POLITECNICO DI MILANO

Facoltà di Ingegneria Civile, Ambientale e Territoriale
Corso di Laurea Specialistica in
Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

INQUADRAMENTO ED ANALISI DEL SISTEMA DI GESTIONE DEGLI RSU IN BOSNIA ERZEGOVINA E SERBIA E PROPOSTE OPERATIVE ATTE AL SUO MIGLIORAMENTO

Relatore: Prof. Mario GROSSO

Tesi di Laurea di:
Marco Maria Giovanni CANIATO
Matr. 680368

Anno Accademico 2007-2008

Ringraziamenti

I Balcani sono stupendi e questo è un fatto. Ogni volta che ci vado scopro nuovi motivi per tornarci, mentre i Paesi al di là dell'Adriatico si fanno sempre più vicini. Questa tesi è il frutto e lo sbocco naturale del percorso che ho intrapreso ormai cinque anni fa andando per la prima volta a Kolibe e capendo che dovevo cambiare qualcosa nella mia vita. La riscoperta dello scautismo, il Progetto Sarajevo, l'Ingegneria Ambientale, la Macedonia, La Serbia... tutti questi passi fondamentali della mia vita sono concatenati e conseguenti al primo incontro con la realtà balcanica. Di questo devo ringraziare mio fratello Federico che mi ha spinto, con delicatezza e senza pressioni, a provare questa esperienza. Insieme a lui il primo ringraziamento va alla mia famiglia per avermi permesso di studiare, viaggiare ed assecondare le mie passioni, anche se ciò ha comportato un cambio di corso di studi e soprattutto impegni che non sempre condividevano. Inoltre mi hanno sempre sostenuto ed è stato molto importante per me.

Un ringraziamento speciale è rivolto al professor Grosso, che ha accettato un simile (e folle) lavoro di tesi, lasciandomi una grande libertà, ma dandomi, nonostante i mille impegni, consigli e suggerimenti quando ne sentivo il bisogno.

Durante i viaggi di questi anni e la fase di raccolta dati ho avuto la fortuna, nonché il piacere, di poter incontrare davvero tante tante persone, tutte interessanti, motivate e stimolanti. Per iniziare Ucodep ed in particolar modo Sorinel, Michele e quello che era l'ufficio di Skopje, senza dimenticare Daria e Giuseppe Del Castillo, a cui devo lo stage in Macedonia: è stata la prima esperienza con il mondo della Cooperazione ed un'opportunità di crescita e conoscenza unica. Anche a Coopi devo molto, visto che mi ha permesso di lavorare nel famoso Sangiaccato e di incontrare innumerevoli persone: grazie in particolar modo a Giudi, che mi ha dato una gran fiducia. Una menzione particolare la merita l'ing. Segala, per le chiacchierate, i confronti ed il supporto iniziale; forse avrei fatto altro senza quella discussione entusiastica al telefono quando mi sono trovato a modificare l'argomento di tesi.

Un grazie anche ad altri che hanno accettato di fornire informazioni, incontrarmi e contribuire in qualche modo: grazie all'ing. Palmieri ed a COSEA, a Vesna Frančič e Goran Tinjič della Banca Mondiale, a Marica e all'UTL di Sarajevo, a Silvio e al corso di SBC di IPSIA, a tutti i membri delle PUCs e delle ONG che ho contattato e a tutti gli aiuti davvero insperati che ho ricevuto (la mail di Michel Houssiau per il progetto RANSMO è stata una benedizione dal cielo!). Grazie in particolare al professor Vaccari ed al CeTAmb, sia per aver accettato la controrelazione, sia per il supporto prezioso e disponibile.

Grazie a tutte quelle persone balcaniche che ho incontrato ed ora chiamo amici: da Saša a Boban, da Kasim a Zoran, da Branko a Dino, da Jagoda ad Igor, da Alma ad Admir e Faris.
Per finire vorrei ringraziare tutti gli amici, i compagni di corsi, gli scout che hanno sopportato con pazienza i viaggi, i racconti e l’entusiasmo nel parlare di spazzatura e discariche. In particolare il Progetto Sarajevo è stato quello spazio da cui ho tratto stimolo ed energia per portare avanti gli impegni presi nonostante le difficoltà: grazie a tutte le stupende persone che ne fanno parte o che ci sono passati come Anna, Luca, Lorenzo, Antonio, i pistoiesi (grazie per avermi adottato anni fa) e tutti gli altri balcanofili.
Grazie a tutti voi, questa tesi è anche vostra.

Indice

Introduzione

L'idea della costituzione della Comunità Europea è stata accompagnata fin dai suoi albori dalla domanda relativa a quali paesi dovesse comprendere ed in particolare dove dovessero essere posti ad est i suoi confini. A prescindere dalle varie opinioni, esiste attualmente una zona che ne è associata solo in piccola parte, ma è considerata assolutamente da includere: i Balcani Occidentali.

Le motivazioni che legano questa prevista inclusione sono sia di carattere geografico, sia di carattere politico, viste le forti ripercussioni che l'instabilità dell'area può generare su tutto il sistema Europa. In particolare a seguito dello scioglimento della Jugoslavia, della guerra in Kosovo e dei moti in Macedonia, l'Europa è intervenuta fortemente, sia con proprie istituzioni, sia tramite i paesi suoi componenti, affiancata anche da diverse agenzie dell'ONU, per stabilizzare la regione e gettare le basi per una forte azione di ricostruzione e di sviluppo economico.

I paesi che sono solitamente inclusi dalla definizione di Balcani Occidentali, oppure proprio di Sud Est Europeo, sono le 6 repubbliche della ex Jugoslavia (Slovenia, Croazia, Bosnia Erzegovina, Serbia, Montenegro e Macedonia[1]) e l'Albania, mentre la loro attuale situazione economica e politica è molto differente.

Negli ultimi anni i Paesi del Sud Est Europeo hanno compiuto importanti passi in avanti sulla strada verso Bruxelles. La Slovenia è un paese membro dell'Unione Europea; per la Croazia sono stati avviati i negoziati di adesione; la Macedonia ha ottenuto lo status di "Paese candidato"; l'Albania ha concluso i difficili negoziati per un Accordo di Stabilizzazione e Associazione (ASA); Bosnia Erzegovina, la Serbia e il Montenegro, infine, hanno recentemente ed a sorpresa firmato l'ASA[2], terminando un percorso che sembrava destinato ad essere ben più lungo e tortuoso. Parlando di stabilità, invece, solo alcuni paesi presentano situazioni che potenzialmente potrebbero sfociare in scontri, cioè Bosnia Erzegovina (BiH), il cui Stato è tuttora diviso in due entità, Serbia, con l'attuale interrogativo circa lo status della provincia di Kosovo e Metodia e, seppur in tono minore, Macedonia, con la relazione non sempre idilliaca con la forte minoranza albanese; fortunatamente almeno quest'ultima

[1] Ufficialmente la Macedonia è riconosciuta a livello internazionale con l'acronimo FYROM: Former Yugoslav Republic Of Macedonia; proprio il nome, insieme ad altri problemi di riconoscimento, è uno dei motivi

[2] Il 29 aprile 2008 la Serbia ha firmato a sorpresa l'ASA, visto che i negoziati erano considerati ancora in corso, mentre la Bosnia Erzegovina ha aspettato fino al 16 giugno 2008. Per entrambi i paesi sono ora in atto i processi di ratifica, ma è già operativo un Accordo Interinale contenente le principali clausole a carattere commerciale per un paese con lo status di candidato, tra cui l'abbattimento immediato o progressivo dei dazi commerciali e la creazione di una zona di libero scambio con l'Unione Europea.

problematica pare ormai in via di risoluzione, visti i numerosi e positivi passi compiuti negli ultimi anni.

Considerando tali circostanze, l'attenzione dell'Europa, e quindi anche dell'Italia, è fortemente rivolta soprattutto verso Bosnia Erzegovina e Serbia e lo strumento migliore per far superare loro le difficoltà è stato individuato nell'elaborare ed implementare piani, programmi e specifici progetti atti a rinsaldarne le istituzioni ed a rilanciare lo sviluppo economico; tali interventi vengono definiti di Cooperazione allo Sviluppo.

Una delle tematiche prioritarie in questa ottica è la protezione dell'ambiente, per preservare le grandi potenzialità dei paesi sia da un punto di vista strettamente naturalistico, sia per le possibilità di sviluppo economico che ad esso si possono collegare. Nello specifico la gestione dei rifiuti è attualmente un'emergenza oltre che ambientale, anche sanitaria ed economica, visto che il suo malfunzionamento genera fortissimi rischi di diffusione di malattie e pesa ulteriormente sulle finanze già dissestate delle municipalità. Interventi internazionali in tale settore sono stati, sono e saranno nel breve e nel medio periodo di fondamentale importanza.

In questo contesto si riscontrano, inoltre, ampi margini di manovra per università, organizzazioni non governative, imprese ed associazioni che possono ricoprire il ruolo ora di promotori di interventi, ora di realizzatori degli stessi. Avendo ampia libertà, la buona riuscita e l'utilità di tali azioni dipendono in gran parte dall'abilità dei vari operatori nel leggere la realtà dell'area interessata e nell'agire adeguatamente, con proposte e tecnologie appropriate.

Questo studio si inserisce in tale aspetto del problema, cercando di fornire informazioni, strumenti e consigli operativi per analizzare un qualsiasi contesto in Bosnia Erzegovina e Serbia, proporre gli interventi più efficaci e riuscire a portarli a compimento nonostante le difficoltà dell'ambiente operativo.

La scelta dell'area di studio, cioè Bosnia Erzegovina e Serbia, è giustificata da una molteplicità di ragioni che hanno spinto a considerare i due paesi assimilabili a riguardo della gestione dei rifiuti. Infatti ambo i paesi hanno una simile conformazione geografica, morfologica e climatica; presentano un livello di copertura del territorio e di qualità del servizio assolutamente simile (situazione in parte anche figlia dello stesso sistema amministrativo che hanno condiviso all'interno della Jugoslavia fino agli anni '90 e soprattutto delle guerre subito successive[3]); entrambi hanno vissuto, ed in parte vivono ancora, un periodo di forte instabilità; mostrano una produzione assolutamente simile, sia da

[3] La Bosnia Erzegovina è stata investita dagli scontri, essendo purtroppo uno dei principali campi di battaglia, dal 1992 al 1995, mentre la Serbia, oltre ad essere stata fortemente coinvolta indirettamente in tale occasione, ha vissuto la crisi del Kosovo del 1998 - 1999.

un punto di vista quantitativo, sia qualitativo e per finire anche il sistema di gestione e di smaltimento dei rifiuti presenta forti analogie.

Accostare tali paesi nell'analisi della situazione presenta il forte vantaggio di poter disporre di una quantità di dati superiore, merce molto rara e solitamente di qualità discutibile per simili studi in tali contesti, e di poter trattare il problema in termini più generali. Infatti gli studi a proposito sono quasi esclusivamente relegati a specifiche aree di intervento e sovente si fermano a fornire una semplice analisi generica della situazione, apportando quindi proposte operative solo di carattere puramente qualitativo. Ciò si traduce nel non quantificare né obiettivi né risultati attesi, a volte sono addirittura indicate solo le criticità, rendendo davvero arduo sia una valutazione di efficacia, sia un effettivo utilizzo sul campo dei documenti prodotti. Per tale ragione si sono utilizzati dati provenienti sia da documenti ufficiali nazionali ed internazionali sia, soprattutto, da progetti operativi sviluppati, in larga parte, all'interno di interventi di Cooperazione allo Sviluppo. Questi ultimi hanno, infatti, il gran pregio di aver richiesto un'analisi dettagliata del contesto, raccogliendo dati di qualità generalmente accettabile. Per concludere anche l'esperienza personale dell'autore e di un discreto numero di operatori del settore porta a pensare che una trattazione comune del problema per i due paesi sia una semplificazione assolutamente accettabile. Le proposte operative che verranno ipotizzate troveranno, quindi, un potenziale campo di applicazione molto più ampio.

Tali considerazioni, sommate ad un futuro e prevedibile interesse crescente italiano ed internazionale per Bosnia Erzegovina e Serbia, portano a pensare che uno studio organico della gestione dei rifiuti in tali paesi, ora visto assolutamente come un problema, possa risultare di notevole importanza per orientare un qualsiasi intervento nell'area, pubblico o privato, con fini umanitari o economici.

Capitolo 1: Il contesto: Bosnia Erzegovina e Serbia

Per poter intervenire nella maniera più adeguata in un contesto, lo si deve innanzitutto analizzare, valutandone le caratteristiche principali. Infatti un errore in cui si potrebbe incorrere è provare a trasferire modelli in uso altrove, pensando che con lo stesso sistema si possano conseguire anche i medesimi risultati. Tale approccio, a volte utilizzato in interventi di Cooperazione allo Sviluppo, quasi sempre genera sprechi notevoli di risorse e di mezzi, senza conseguire assolutamente gli obiettivi prefissati. Infatti non è possibile ignorare che in molti luoghi di intervento, ed è pure il nostro caso, spesso manchino le necessarie competenze tecniche per garantire una buona gestione, che le vie di comunicazione siano carenti e raramente in buono stato lontano dalle aree principali e che il contesto sconsigli soluzioni dispendiose o poco robuste a variazioni anche considerevoli delle condizioni operative.
Per tali motivi verranno ora presi in considerazione quegli aspetti del contesto che influiscono sulla progettazione di un sistema di gestione dei rifiuti.

Fig.1 e 2: cartine politiche di Bosnia Erzegovina e Serbia

1.1 Popolazione e divisione amministrativa

La Bosnia Erzegovina è un unico Stato diviso in due entità amministrative chiamate Repubblica Serba di Bosnia (RS) e Federazione di Bosnia Erzegovina (FBiH), ognuna organizzata in maniera differente: infatti la prima è costituita da 7 regioni divise in 62 municipalità, per un totale di 2.720 insediamenti al 2006[4]; la stima della relativa popolazione è di 1.487.785 persone. La seconda, invece, presenta 10 cantoni che raggruppano 79 municipalità per un totale di 3.330 insediamenti (di cui solo 61 definite paesi)[5]; la stima 2006 riferisce la presenza in loco di 2.325.018 persone (vengono segnalati inoltre 520.947 rifugiati all'estero). Per finire è presente al confine nord orientale con la Croazia il distretto di Brcko, amministrativamente indipendente da ambo le entità anche se formalmente appartenente ad entrambe, con una popolazione di 74.771 unità; nella trattazione verrà comunque considerato come un'ulteriore municipalità, mentre il numero di insediamenti risulta sconosciuto.

A livello amministrativo la gestione dei rifiuti è sotto la responsabilità delle municipalità (quindi delegata a società municipalizzate, a parte rari casi) e, visto che anche la normativa è in procinto di unificazione e di adeguamento alle normative europee, si considererà la Bosnia Erzegovina nel suo complesso. Il territorio occupa quindi un'area di 51.209,2 km^2, di cui 51.197 di terra ferma e 12,2 di mare[6].

Considerando la popolazione, bisogna notare che l'ultimo censimento risale al 1991, quindi al periodo prebellico, e che essa è negli ultimi anni stazionaria, se non addirittura in leggero calo. Infatti è presente un flusso migratorio della popolazione, soprattutto di giovani, che bilancia sia la natalità sia il ritorno dei rifugiati, fenomeno, quest'ultimo, che ormai si è praticamente esaurito da qualche tempo. Perciò si assumerà una popolazione complessiva di 3.887.574 abitanti[7], in media 3,2 per abitazione[8]. Si stima, inoltre, che le frazioni urbane e rurali siano 45,7% e 54,3%, con tassi di crescita rispettivamente dell'1,4% e di - 0,6%[9].

---

[4] "Statistical Bulletin 2007", Republika Srpska, Institute of Statistics.

[5] "Statistical Yearbook 2007", Bosnia and Herzegovina, Federation of Bosnia and Herzegovina, Federal Office of Statistics. Con il termine "paese" si individua un'unità di autogoverno locale; tale status viene riconosciuto alle municipalità che presentano la sede del cantone o che hanno almeno 10.000 abitanti.

[6] In alcune pubblicazioni ufficiali compare invece il valore complessivo di 51.129 km^2, valore comunque prossimo a quello utilizzato.

[7] Diverse pubblicazioni fanno fluttuare tale valore tra i 3,5 ed i 4 milioni di persone; da segnalare comunque che la BiH Solid Waste Management Strategy del 2000, ancora in vigore e che verrà successivamente richiamata, utilizza una stima di 3.897.218 abitanti. Il tasso di crescita, valutando le stime di popolazione tra il 1996 ed il 2004 dell'Agencija za Statistiku Bosne i Hercegovine, sebbene variabile e poco indicativo, si attesta attorno allo 0,6%.

[8] "RANSMO Project (Development of a National Environmental Monitoring System), Final Report", 2005.

[9] "Urban and Rural Areas 2005", United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division.

La Serbia, invece, è costituita dalla Serbia Centrale, dalla Provincia della Vojvodina e, in teoria, dalla Provincia di Kosovo e Metodia. Quest'ultima è diventato un protettorato delle Nazioni Unite nel 1999 ed il 17 febbraio 2008 si è dichiarata indipendente, ricevendo il riconoscimento di molti Stati europei, tra cui l'Italia, ed extra europei, tra cui gli USA, ma non della Serbia stessa. Infatti in molti documenti ufficiali viene ancora considerata appartenente allo Stato serbo anche se, in realtà, ormai non c'è più alcuna relazione, se non simbolica ed economica per una piccola minoranza della popolazione. Per tale motivo il Kosovo non verrà considerato in tale trattazione visto che presenta, oltretutto, una situazione differente a causa di innumerevoli vuoti legislativi ed amministrativi, della presenza cospicua di truppe e funzionari internazionali e di sistema instabile e genericamente inefficiente.

La Serbia viene quindi considerata[10] composta da 24 distretti più la città di Belgrado, con 4.706 insediamenti, di cui 169 urbani[11], riuniti in 165 municipalità. La popolazione è stata censita nel 2002 in 7.498.001 unità, in media 3,0 per abitazione, mentre il territorio copre un'area di 77.474 km^2. Le stime delle frazioni urbane e rurale sono del 52,2% e del 47,8%, con tassi di crescita rispettivamente dello 0,2 e di - 0,3%[12].

Ricapitolando, si possono considerare i dati di Bosnia Erzegovina e Serbia presenti nella tabella 1:

Stato	**Popolazione**	**Area (km^2)**	**Municipalità**	**Insediamenti**	**Ab./km^2**	**Ab./abitazione**
BiH	3.887.574	51.197	142	6.050	75,9	3,2
Serbia	7.498.001	77.474	165	4.706	96,8	3,0

Tab.1: distribuzione della popolazione.

Un altro aspetto significativo può essere la distribuzione della popolazione nelle diverse municipalità (vedi tabella 2 e figura 3 e 4): si evince come sia in BiH, sia in Serbia, più della metà delle municipalità in realtà non superino i 30.000 abitanti, mentre la fetta più cospicua della popolazione risieda in unità territoriali di dimensioni medie, cioè da 15.000 a 75.000 abitanti. Inoltre i dati relativi alla Serbia vengono leggermente falsati dal fatto che è presente

[10] Tutti i dati successivamente citati sono tratti dallo "Statistical Yearbook of the Republic of Serbia 2007"; anche questo documento ufficiale cita soltanto la Provincia di Kosovo e Metodia senza prenderla, di fatto, in considerazione, se non in rare occasioni, per le elaborazioni statistiche.

[11] Le definizioni di insediamento e paese (o area urbana) differiscono leggermente tra le entità e la Serbia, ma in sostanza viene riconosciuto un insediamento quando un sito è considerato da documenti ufficiali, presenta confini definiti ed è ancora abitato, mentre per essere un paese deve anche presentare una popolazione minima la cui occupazione è quasi totalmente non agricola (o, in deroga, deve essere sede di un'importante unità amministrativa come il cantone).

[12] "Urban and Rural Areas 2005", United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division.

la città di Belgrado, metropoli da 1.576.124 persone, con il suo territorio suddiviso in 16 municipalità. Se infatti non venisse considerata la capitale serba, eccezione nel panorama dell'area, i grafici relativi a Serbia e BiH risulterebbero ancora più simili in ambo le considerazioni. Inoltre anche l'urbanizzazione, attualmente già non molto dissimile, tenderebbe ad avvicinarsi ulteriormente.

	Bosnia Erzegovina				**Serbia**			
Abitanti	**Municipalità**		**Totale Abitanti**		**Municipalità**		**Totale Abitanti**	
0-15.000	41	31,30%	320.618	8,23%	32	20,00%	384.567	5,13%
15-30.000	46	35,11%	967.365	24,82%	54	33,75%	1.154.377	15,40%
30-50.000	22	16,79%	825.510	21,18%	29	18,13%	1.142.142	15,23%
50-75.000	15	11,45%	882.544	22,65%	18	11,25%	1.109.258	14,79%
75-100.000	1	0,76%	84.693	2,17%	9	5,63%	797.111	10,63%
100-200.000	5	3,82%	608.561	15,62%	15	9,38%	2.142.961	28,58%
200-300.000	1	0,76%	207.927	5,34%	3	1,88%	767.585	10,24%
oltre 300.000	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
TOTALE*	131	100,00%	3.897.218	100,00%	160	100,00%	7.498.001	100,00%

* per la BiH sono stati presi in considerazione i dati della BiH SWM Strategy, che la considera formata solo da 131 municipalità, mentre per la Serbia i dati si riferiscono al Censimento 2002, quando le municipalità erano 5 in meno rispetto alle attuali.

Tab.2: distribuzione delle municipalità in base alla popolazione.

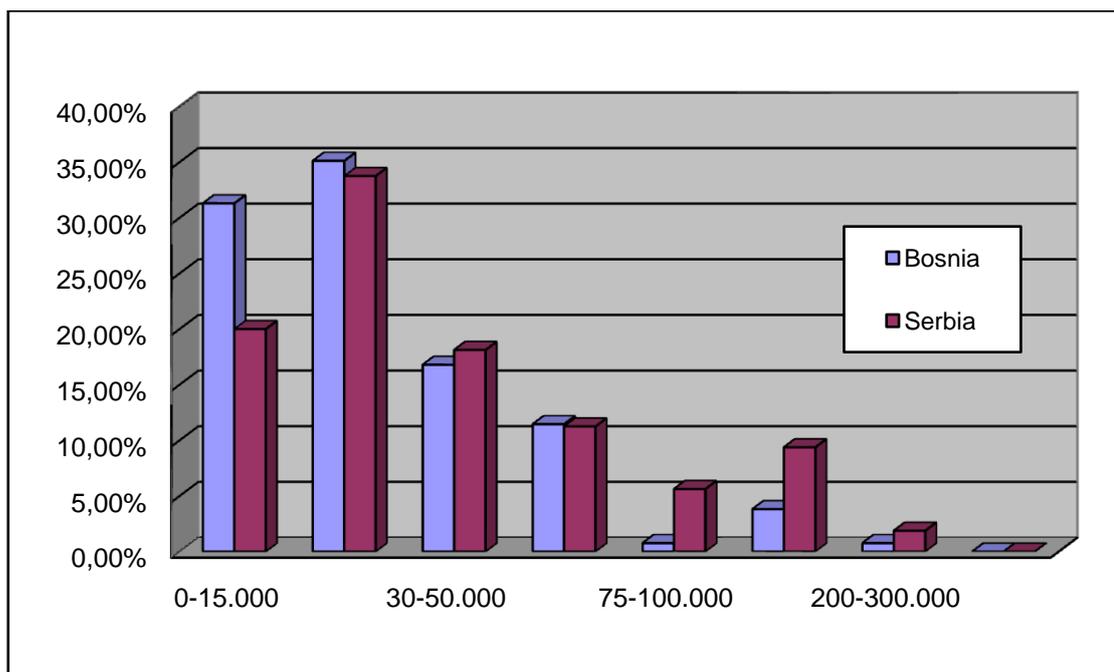



Fig.3: distribuzione del numero di municipalità in base alla loro popolosità.

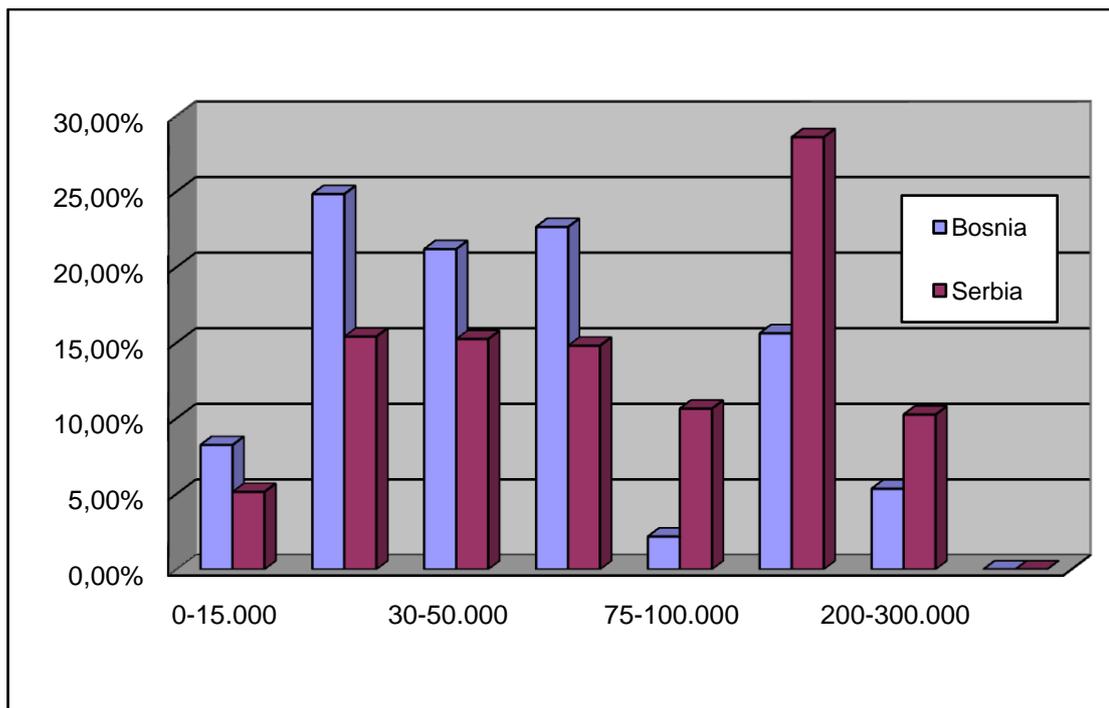



Fig.4: distribuzione della popolazione in basa alla popolosità delle municipalità.

1.2 Geografia e morfologia

Bosnia Erzegovina e Serbia sono Stati confinanti posizionati nella penisola balcanica (vedi figura 5). Entrambi presentano un territorio molto tortuoso, in gran parte collinare e montagnoso, con aree pianeggianti di piccole dimensioni a parte la Vojvodina. L'unico accesso al mare, in realtà molto limitato visto che è lungo solamente 13 km, è situato in Bosnia, nel cantone Erzegovina – Neretva, ed è costituito praticamente solo dalla città portuale di Neum. Quasi tutte le città sono situate ad una quota di qualche centinaio di metri sul livello del mare, a testimonianza della particolare morfologia del territorio; comunque non sono presenti rilievi montagnosi di primissimo piano, visto che le vette più alte sono il monte Maglič (2.386 m) in BiH ed il Prokletije (2656 m) in Serbia. È altresì significativa la presenza di foreste, in stragrande maggioranza di proprietà statale, che ricoprono più di un terzo del territorio complessivo, mentre in ogni zona è facile imbattersi in greggi portate a pascolare. Una fetta consistente del territorio è costituita da terreno arabile, anche se gli appezzamenti spesso sono di piccole dimensioni e, soprattutto in BiH, molti sono lasciati incolti a seguito dell'ultimo conflitto; fanno eccezione invece le pianure della Vojivodina ed alcune zone bagnate dai principali fiumi (Drina, Bosna, Neretva, Danubio, Sava…), molto fertili ed

intensamente coltivate. È molto significativa la presenza di risorse idriche, in particolare fiumi, alcuni anche navigabili, e di sorgenti di ottima qualità. Per questo, in particolare in Bosnia Erzegovina, l'acqua viene sfruttata anche per produrre energia, contribuendo in modo molto significativo; addirittura la produzione complessiva eccede il fabbisogno energetico interno[13].

A causa della particolare conformazione del territorio, la rete di collegamento su strada, assolutamente la più usata, è molto complessa, oltre che incompleta ed in molti luoghi in pessime condizioni. Infatti se Belgrado e le località principali della Serbia sono collegate con Croazia, Bulgaria, Macedonia ed Ungheria con autostrade, in BiH i lavori di ammodernamento della rete procedono a rilento; infatti appena si esce dalle rotte principali è facile imbattersi in strade in manutenzione o magari sterrate. La rete ferroviaria è invece in condizioni davvero arretrate e collega un numero molto limitato di località.

Fig.5: cartina fisica di Bosnia Erzegovina e Serbia.

[13] La BiH è un esportatore netto di energia ed anche la Serbia non dovrebbe, in teoria, avere grossi problemi in tal senso; purtroppo, vista l'insufficienza della rete distributiva e la gestione non ottimale, vi sono zone che denunciano carenze elettriche e black out addirittura sistematici.

1.3 Clima

La particolare conformazione del terreno e la posizione geografica portano ambo gli Stati a posizionarsi in una linea di confine tra due grandi zone climatiche. Le parti settentrionali sono influenzate dal clima continentale moderato delle pianure pannoniche, mentre l'area sud occidentale della Bosnia Erzegovina gode della presenza del mar Mediterraneo. Per questo si possono riconoscere 3 zone climatiche fondamentali: clima moderato continentale a nord (In BiH la Slavonia e parte della zona centrale, in Serbia principalmente la Vojvodina), clima montano continentale e clima marittimo (fondamentalmente la valle del fiume Neretva in Erzegovina). A seconda dell'altitudine si riconoscono zone di transizione tra le aree climatiche principali ed in particolare per le zone centrali di BiH e Serbia si può parlare di clima alpino.
Le principali caratteristiche del clima continentale moderato sono inverni rigidi ed estati calde, con temperature medie che scendono sotto gli 0 °C a gennaio e salgono a 23 °C a luglio. In alcune aree abitate si registrano, inoltre, temperature di picco invernali di -30 °C ed estive di 40 °C. Le precipitazioni medie vanno circa da 700 l/m^2 ad est a 1.300 l/m^2 ad ovest con sempre almeno di 100 giorni di pioggia all'anno, mentre andando verso sud aumentano al diminuire della temperatura media. L'umidità media annua dell'aria supera il 70%.
Il clima montano continentale e quello alpino per aree sopra i 1.700 m presentano inverni molto rigidi con temperature da -24 a -32 °C ed estati brevi e miti. A 500 m sul livello del mare la temperatura media è di circa 9,5 °C e decresce con la quota di 0,5 – 1 °C.
Il clima mediterraneo, che caratterizza solo una piccola porzione di Erzegovina, presenta inverni miti ed estati calde. Le temperature vanno dai 3 – 5 °C di gennaio agli oltre 24 °C di luglio, con massimi di 5 °C. Le precipitazioni arrivano anche a 1.800 l/m^2, concentrate soprattutto in estate.

1.4 Economia

L' economia di BiH e Serbia è stata duramente colpita prima negli anni '80 da una forte crisi economica, quindi, e soprattutto, dai conflitti degli anni '90. Gli scontri hanno portato, oltre che innumerevoli lutti, anche ingenti danni alle infrastrutture, spesso già obsolete, che hanno messo in ginocchio la produzione industriale ed hanno praticamente annullato ogni

commercio ufficiale. Nell'ultimo decennio si è comunque verificata una lenta ma significativa ripresa dell'economia, soprattutto grazie agli ingenti aiuti erogati dalla Comunità Internazionale, e sebbene si sia verificato un rallentamento conseguente al diminuire dei fondi concessi, i rating sono comunque positivi; Moody's, infatti, valuta l'economia bosniaca come *B3 with a positive outlook*, mentre segnala come *B+* quella serba[14].

Il trend è positivo con una crescita attualmente nell'ordine del 5,7% per la BiH e del 6,5% per la Serbia, dopo una forte ripresa negli ultimi anni soprattutto per la seconda, mentre per entrambe sono in continuo aumento le esportazioni e gli investimenti privati esteri (vedi tabella 3). I rapporti economici tra i due paesi sono molto stretti e significativi, come pure con l'Italia che segue proprio la Bosnia Erzegovina nella classifica dei principali partner commerciali della Serbia.

	2001	**2002**	**2003**	**2004**
GDP (milioni di USD)				
Serbia	11.812	15.841	20.345	24.517
BiH*	4.795	5.610	7.097	8.567
GDP pro capite (milioni di USD)				
Serbia	1.574	2.112	2.720	3.285
BiH	1.263	1.466	1.852	2.229

* Agencija za Statistiku Bosne i Hercegovine, National Accounts, Thematic Bulletin 2005

Tab.3: PIL e PIL pro capite in Dollari Americani di Serbia e BiH.

Per un rilancio definitivo sono comunque necessarie forti riforme strutturali per favorire competitività e mercato, per facilitare lo sviluppo di attività industriali e commerciali e per elevare la qualità dei servizi pubblici erogati. Una forte spinta in tal senso potrebbe ora giungere dall'Unione Europea vista la recente firma per entrambi i paesi, quasi contemporanea, degli Accordi di Stabilizzazione ed Associazione: tale importante passo rende accessibili le linee di credito per i paesi candidati all'ingresso nell'Unione Europea, stanziati anche per realizzare opere infrastrutturali e programmi di sviluppo atti a creare un clima favorevole alla crescita economica.

Per entrare nello specifico l'economia bosniaca, tra le più povere tra quelle delle repubbliche formanti la Jugoslavia, si basa sullo sfruttamento delle risorse naturali; in particolare il legname è fondamentale e viene esportato sia sotto forma di mobili sia come materia prima da costruzione. È in crescita anche la produzione di viti, frutta, tabacco ed ortaggi. Numerose

[14] "Rapporti Paese congiunti ICE – MAE per Bosnia e Serbia e Montenegro, II semestre 2005".

sono le miniere in funzione e vengono principalmente estratti carbone, sale, manganese, argento, minerali ferrosi, rame e bauxite, nonché materiali da costruzione quali roccia calcarea, marmo, argilla, ghiaia e sabbia.

A livello industriale risulta quindi sviluppato il settore della lavorazione del legname, l'industria metallurgica, agroalimentare, tessile e dell'abbigliamento, nonché il comparto calzaturiero.

Per quanto riguarda le prospettive di sviluppo, il panorama bosniaco presenta alcune caratteristiche interessanti quali, ad esempio, una radicata tradizione ed esperienza lavorativa nel periodo prebellico da cui deriva manodopera molto qualificata, la ricchezza di materia prima, la posizione geografica strategica rispetto ai mercati europei ed ai paesi emergenti dell'Est Europa e soprattutto un costo del lavoro molto contenuto.

Tali caratteristiche valgono ancora di più per la Serbia, che oltretutto gode di un impianto infrastrutturale migliore, di un'economia storicamente più attiva e soprattutto di un'amministrazione molto più snella rispetto a quella monumentale bosniaca. Di rilevante importanza è il settore primario, viste le grandi pianure fertili della Vojvodina che fungevano da granaio della Jugoslavia fin dai tempi di Tito. Oltre a cereali, barbabietole e patate, sono molto diffusi la viticoltura, la coltivazione di alberi da frutto e l'allevamento di suini, bovini ed ovini.

Il settore secondario era in passato assolutamente trainante e dopo un periodo di crisi pressoché assoluta, attualmente è in ripresa. Per esempio la Zastava, storica fabbrica di automobili, ha appena siglato un importante contratto con la FIAT per la produzione della Punto. I principali settori industriali sono, oltre al meccanico, l'agroalimentare, il chimico ed il manifatturiero.

Sempre maggiore importanza riveste invece il settore terziario, visti soprattutto i sempre più intensi legami economici con altri paesi e l'afflusso di capitale straniero. Naturalmente il ruolo trainante viene occupato da Belgrado e, secondariamente, dalle altre città più importanti (Novi Sad, Subotica, Niš...), mentre nel resto della Serbia sono presenti soprattutto piccole attività commerciali.

Bisogna inoltre segnalare che sia in Serbia sia in BiH ormai tutto il sistema bancario è di proprietà di grandi gruppi stranieri, come estere sono anche quasi tutte le società che concorrono alle privatizzazioni ed alla progettazione e realizzazione di grandi opere, come la rete di distribuzione del gas.

1.5 La presenza italiana ed internazionale

Sebbene non direttamente legata alla gestione dei rifiuti, la presenza internazionale ha influenzato, influenza ed influenzerà ancora Bosnia Erzegovina e Serbia. Infatti partendo dal periodo bellico, sono innumerevoli gli attori stranieri che sono intervenuti con motivazioni e tipologie di azione molto differenti: da ogni parte del mondo sono giunti sia donazioni di privati o fondazioni, sia aiuti da altri Stati sotto diverse forme (economici, materiali o tecnici) o da agenzie internazionali (ONU o dell'Unione Europea). Tali interventi hanno portato ingenti quantitativi di forniture di ogni tipo, hanno coinvolto esperti, tecnici e militari, tutti operanti, in teoria, per migliorare la situazione locale, stabilizzandola e favorendo ricostruzione e sviluppo economico. Vista la molteplicità di attori, di obiettivi e di progetti, un coordinamento complessivo non è mai stato neanche previsto, mentre lo si è provato a mantenere almeno all'interno e tra le principali agenzie. Purtroppo, soprattutto visto l'elevato numero di operatori ed il breve periodo di permanenza medio, è difficile riuscire a reperire una memoria storica esaustiva, anche limitatamente ad un singolo soggetto operante. Inoltre bisogna sottolineare che i fondi non vengono stanziati per realizzare determinati progetti, bensì viene prima allocato un budget da spendere in un certo periodo in un certo settore e solo successivamente si elabora un intervento (al più si cerca un finanziatore per realizzare qualcosa, ma è un ragionamento che vale soltanto per progetti di portata limitata); oltretutto questo tipo di approccio rende praticamente impossibile pianificare a medio lungo termine.

Attualmente i risultati di tutti quei progetti sono, considerando come beneficiario diretto la comunità, opere infrastrutturali, analisi della situazione e piani (alcuni utilizzati, altri dimenticati), interventi nel campo dei servizi pubblici (approvvigionamento idrico, acque reflue, anche gestione dei rifiuti) ed innumerevoli in quello sociale. Inoltre sono stati implementati tantissimi progetti rivolti a singole famiglie o a gruppi di persone, finalizzati alla ricostruzione, allo sviluppo di attività agricole, commerciali o in generale economiche e all'assistenza sociosanitaria.

Ora che l'emergenza postbellica viene considerata esaurita, è molto sentita ed economicamente preponderante la presenza della comunità internazionale nella veste di agenzie delle Nazioni Unite e dell'Unione Europea e di uffici di Cooperazione allo Sviluppo di singoli Stati. Le ragioni di un tale interesse straniero si possono ricercare oltre che nella solidarietà, anche nel campo politico, economico e di immagine. In termini politici l'Unione Europea e i suoi membri hanno un forte interesse nello stabilizzare i Balcani per evitare flussi

migratori, problemi commerciali e di sicurezza ed anche l'ipotesi di includerli nell'Unione potrebbe risultare sia strategicamente sia economicamente vantaggiosa per tutti. In campo economico uno Stato, "aiutandone" un altro, aiuta se stesso: infatti in tal modo prepara il terreno per un inserimento produttivo o commerciale delle sue aziende, stringe accordi che andranno ad avere ricadute positive per entrambi ed aumenta inoltre la sua "influenza" internazionale. Proprio questo vantaggio doppio, cioè per finanziatore e beneficiario, che dovrebbe presupporre anche un'azione doppia e sinergica, è il motivo del termine *Cooperazione*. Purtroppo il contributo del ricevente, che dovrebbe essere quantomeno di buona volontà e di impegno, è spesso alquanto lacunoso, o meglio, risulta poco integrabile con gli standard lavorativi degli altri operatori. Per finire, a livello di immagine l'opinione pubblica, sia del paese ricevente, sia di quello donatore, apprezza molto gli interventi umanitari, che rimangono nella memoria collettiva ed aiutano a far dimenticare altre azioni dalle conseguenze poco felici promosse dai governi.

Per meglio chiarire la terminologia, l'insieme delle politiche attuate da un governo o da un'organizzazione internazionale che mirano a favorire uno sviluppo economico e sociale duraturo e sostenibile di un altro Stato rientra nella *Politica di Cooperazione allo Sviluppo* (PCS); un elemento fondamentale è il trasferimento di risorse, ovvero l'*Aiuto Pubblico allo Sviluppo* (APS), cioè l'insieme dell'assistenza tecnica e delle risorse finanziarie pubbliche, donazioni o finanziamenti a tasso agevolato, erogate per tali finalità. Oltre all'apporto economico, nella cooperazione è presente anche quello di materiali, composto da beni primari, come alimenti e medicine, e supporto tecnico, composto da attrezzature e dall'operato di tecnici.

La tipologia di intervento, invece, può essere di *aiuto progetto*, come la costruzione di una scuola, di una diga, l'avvicinamento tra gruppi in conflitto, oppure di *aiuto programma*, quindi atta a sostenere e rafforzare le istituzioni e le attività di un governo, siano quest'ultime di bilancio o settoriali. Dove voglia incidere un progetto lo si desume dagli *obiettivi generali* e dagli *obiettivi specifici*, mentre per entrare negli aspetti operativi si devono visionare i *risultati attesi* e le *attività* che devono essere implementate.

A livello comunitario ed internazionale gli obiettivi generali della Cooperazione allo Sviluppo sono stati fissati nel quadro di accordi e decisioni sottoscritte dai vari paesi, in sintesi compresi dalla Dichiarazione del Millennio del 2000[15]. Per i paesi formanti l'Unione Europea

[15] Durante la Sessione Speciale dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite 186 capi di Stato e di governo hanno sancito come obiettivo dell'umanità quello di dimezzare la povertà assoluta entro il 2015, articolandolo in otto obiettivi specifici chiamati Millennium Goals. Con il Monterrey consensus del 2002 della Conferenza

i principi guida sono anche dettagliati dall'Accordo di Cotonou del 2000 tra UE e ACP (Africa, Caraibi, Pacifico), mentre la decisione del Consiglio Europeo di Barcellona del 2002 impegna i paesi membri ad un progressivo aumento dell'Aiuto Pubblico allo Sviluppo, sia a livello comunitario sia di paese. Per questo l'Italia dovrà arrivare ad un rapporto fissato APS – Pil dello 0,7 %, raggiungendo lo 0,33 % nel 2006 (vedi tabella 4).

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Italia	0,13	0,14	0,20	0,16	0,15	0,29
Francia	0,33	0,34	0,38	0,41	0,42	0,47
Germania	0,27	0,23	0,27	0,28	0,28	0,35
Paesi Bassi	0,84	0,82	0,82	0,81	0,74	0,82
Polonia	-	-	-	0,01	0,05	0,09
Regno Unito	0,31	0,32	0,31	0,34	0,36	0,48
Spagna	0,22	0,30	0,25	0,25	0,26	0,29
Media DAC	0,39	0,40	0,40	0,41	0,42	0,47
Primo contributore	1,06	1,03	0,96	0,92	0,87	0,93
Ultimo contributore	0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	0,21

Tab.4: erogazioni per l'APS: percentuali sul Pil (fonte OCSE – DAC).

È doveroso però effettuare una precisazione: l'APS è formato sì dai contributi stanziati alla Cooperazione allo Sviluppo dagli Stati, ma esistono 3 diversi canali per utilizzarli e cioè:

- canale bilaterale (iniziative concordate tra paese donatore e paese ricevente);
- canale multilaterale (iniziative realizzate da organizzazioni internazionali, con l'apporto finanziario di vari governi donatori);
- canale multibilaterale (iniziative concordate e finanziate a livello bilaterale, ma affidate in esecuzione ad un'organizzazione internazionale).

L'Italia in particolare destina circa un terzo del suo APS ad iniziative bilaterali e due terzi per quelle multilaterali, comprensive della quota italiana dell'APS europeo[16]; si nota, inoltre, che per progetti in altri paesi europei l'Italia alloca ancora una quota importante, sebbene in calo (vedi tabelle 5 e 6).

internazionale sul Finanziamento dello Sviluppo, sono state definite le fonti di finanziamento per raggiungere gli obiettivi e favorire lo sviluppo del settore privato nei Paesi in Via di Sviluppo.

[16] Ulteriori canali multilaterali possono essere: banche e fondi internazionali di sviluppo, agenzie dell'Unione Europea ed organizzazioni internazionali, tra cui spiccano le agenzie delle Nazioni Unite.

	2003				2004				2005			
	Impegni	%	Erogazioni	%	Impegni	%	Erogazioni	%	Impegni	%	Erogazioni	%
Totale ripartibile	445.655.696	100%	389.681.073	100%	420.465.127	100%	407.217.454	100%	875.331.491	100%	443.856.623	100%
di cui:												
Africa	104.317.302	23%	119.346.738	31%	136.087.757	32%	113.585.384	28%	319.357.761	36%	187.197.262	42%
America Latina	48.345.106	11%	64.685.656	17%	67.573.885	16%	54.536.148	13%	55.647.333	6%	52.371.596	12%
BMVO	152.526.169	34%	103.024.233	26%	100.688.170	24%	138.272.022	34%	218.203.957	25%	105.150.703	24%
Europa	82.818.381	19%	44.707.230	11%	75.155.114	18%	42.783.242	11%	77.895.926	9%	34.328.934	8%
Asia	57.648.738	13%	57.917.216	15%	40.960.201	10%	58.040.658	14%	204.226.514	23%	64.808.128	15%

Tab.5: impegni ed erogazioni 2003 - 2005 per area geografica, senza aiuti alimentari in euro (fonte Dgcs).

	Doni		Crediti		Aiuti alimentari		Totale			
	Impegni	Erogazioni	Impegni	Erogazioni	Impegni	Erogazioni	Impegni	%	Erogazioni	%
Totale ripartibile	283.735.408	267.172.445	591.596.083	176.684.178	9.496.807	9.496.807	884.828.298	100%	453.353.430	100%
di cui:										
Africa	99.357.761	101.906.516	220.000.000	85.290.746	2.999.447	2.999.447	322.357.208	36%	190.196.709	42%
America Latina	30.746.542	29.066.008	24.900.791	23.305.588	-	-	55.647.333	6%	52.371.596	12%
BMVO	64.806.476	54.450.168	153.397.481	50.700.535	3.497.360	3.497.360	221.701.317	25%	108.648.063	24%
Europa	27.983.641	20.927.320	49.912.285	13.401.614	3.000.000	3.000.000	80.895.926	9%	37.328.934	8%
Asia	60.840.988	60.822.433	143.385.526	3.985.695	-	-	204.226.514	23%	64.808.128	14%

Tab.6: impegni ed erogazioni 2005 per tipologia ed area geografica in euro (fonte Dgcs).

Tornando a Bosnia Erzegovina e Serbia, la stragrande maggioranza degli interventi sono stati e sono tuttora implementati da agenzie internazionali, che dispongono dei fondi in assoluto più cospicui; in particolare in BiH l'ONU è presente con UNBiH (United Nations Resident Coordinator's Office)[17], FAO (Food and Agriculture Organization), ICTY (International Criminal Tribunal for Former Yugoslavia), ILO (International Labour Organization), IMF (International Monetary Fund), IOM (International Organization for Migrations), UNDP (United Nations Development Programme), UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization), UNFPA (United Nations Popolation Fund), UNHCR (United Nations High Commissioner for Refugees), UNICEF (United Nations Children's Fund), UNV (United Nations Volunteers), WHO (World Health Organization) e World Bank.
In Serbia si trovano invece FAO, ICTY, IFC (International Finance Corporation), ILO, IMF, IOM, UN-HABITAT (United Nations Human Settlements Programme), UNCT (United Nations Country Team), UNDP, UNFPA, UNHCHR (United Nations Office of the High

[17] Il Coordinatore è il rappresentante designato del Segretario Generale delle Nazioni Unite e leader del Team Paese (UN Country Team, UNCT). Quest'ultimo include le agenzie ONU e le istituzioni di Bretton Woods (Banca Mondiale e Fondo Monetario Internazionale).

Commissioner for Human Rights), UNHCR, UNICEF, UNIFEM (United Nation Development Fund for Women), UNOB (United Nations Office in Belgrade), UNODC (United Nations Office on Drugs and Crime), UNOPS (United Nations Office for Project Services), World Bank, WHO.

Tutti gli interventi realizzati da tali agenzie vengono pubblicizzati sui rispettivi siti internet dei paesi, su cui vengono pubblicati anche tender (bandi) per assistenza, materiali, progettazione e realizzazione di parte degli stessi; i fondi vengono allocati dalle strutture centrali delle singole agenzie e da singoli Stati tramite canali multibilaterali.

L'Unione Europea è invece presente principalmente con L'Agenzia Europea per la Ricostruzione (EAR) che è stata delegata alla gestione dei maggiori programmi di aiuto finanziario per Serbia e Kosovo. Tutti i programmi europei, anche per la Bosnia Erzegovina, rientrano comunque nel Processo di Stabilizzazione ed Associazione, che costituisce il quadro della politica dell'UE verso l'intera area dei Balcani Occidentali. Una parte minima degli interventi banditi è pubblicizzata tramite gli uffici in loco, mentre la maggioranza viene pubblicata centralmente tramite il sito web dell'UE Europaid. Ancora è stato formato un Gruppo Organizzatore per le Infrastrutture Regionali (ISG) che dovrebbe, insieme ai paesi beneficiari, coordinare l'individuazione e la realizzazione dei principali interventi infrastrutturali. A tale gruppo partecipano, in veste di donatori, la Commissione Europea, la Banca Europea per gli Investimenti (EIB), la Banca Mondiale, la Banca Europea per la Ricostruzione e lo Sviluppo ed il Consiglio d'Europa.

Proprio l'Unione Europea è il maggior finanziatore dei Balcani Occidentali, a cui sono giunti dal 1991 al 2001 oltre 6 miliardi di euro attraverso programmi di aiuto e 845 milioni nel 2001 per i programmi PHARE, OBNOVA e CARDS. Tutti gli aiuti rientrano nel Processo di Stabilizzazione ed Associazione (SAP) e la loro efficacia veniva valutata fino al 17 febbraio 2008 tramite il Patto di Stabilità lanciato proprio su iniziativa comunitaria e sottoscritto nel 1999 con l'obiettivo primario di maggior cooperazione tra i paesi della regione. Anche altri attori internazionali si riferivano ad esso, attualmente sostituito dal neo fondato Consiglio di Cooperazione Regionale (CCR), con sede a Sarajevo e posto sotto il patrocinio del Processo di Cooperazione nel SEE[18].

Tutti i programmi sono quindi confluiti nel CARDS (Community Assistance for Reconstruction, Development and Stabilization), inizialmente riguardante l'assistenza umanitaria e l'aiuto di emergenza, poi focalizzato sul ritorno dei profughi, l'incentivazione

[18] Fondato nel 1996, questo processo raggruppa 11 paesi: Albania, Bosnia Erzegovina, Bulgaria, Croazia, Grecia, FYROM, Moldavia, Montenegro, Romania, Serbia e Turchia.

della riconciliazione e verso l'assistenza alla ricostruzione delle infrastrutture. Ora è prioritario lo sviluppo delle istituzioni governative e l'armonizzazione della legislazione nazionale con la normativa europea, concentrandosi al consolidamento della democrazia, dei diritti umani e dell'economia di mercato. Per questo sono stati stanziati aiuti per 4,65 miliardi di euro tra il 2000 ed il 2006 e l'esenzione dai dazi doganali dell'80% delle esportazioni di tali paesi entranti nell'UE. I vari programmi sono stati infine sostituiti dal nuovo strumento di preadesione o IPA (Instrument for Pre-Accesion Assistance), mirato a sostenere il processo di adesione dei paesi del SEE; la portata finanziaria di tale strumento è pari a 11.565 milioni di euro per il periodo 2007-2013 e può finanziare interventi nei seguenti campi: institutional building, cooperazione transfrontaliera, sviluppo regionale, sviluppo delle risorse umane e sviluppo rurale. I paesi candidati possono accedere ai fondi per tutte le tematiche, mentre quelli potenzialmente candidati, quindi fino a pochi mesi fa anche Bosnia Erzegovina e Serbia, solo per le prime due. Già presenti ed ancora attivi sono anche altri programmi quali il TWINNING, per assistere i paesi candidati e potenzialmente candidati nel rafforzamento della loro capacità amministrativa nel settore pubblico e l'INTERREG, volto a supportare la promozione dello sviluppo economico e dell'integrazione, sia tra Stati membri che tra gli Stati membri ed i paesi confinanti con l'Unione; attualmente è stato sostituito dal CADSES, facente parte dell'IPA, che spinge ulteriormente sulla cooperazione transfrontaliera come chiave per l'integrazione e la coesione territoriale. Quest'ultimo strumento potrà contare su finanziamenti di circa 450 milioni di euro per il periodo 2007 – 2013, con le seguenti aree prioritarie di intervento: innovazione, ambiente, accessibilità e sviluppo urbano sostenibile.

La Bosnia Erzegovina ha usufruito dal 1991 di 2,5 miliardi di euro, più aiuti finanziari indirizzati allo sviluppo economico, strutturale ed infrastrutturale del paese. Inoltre il 20 febbraio 2008 ha firmato anch'essa gli accordi di programma per usufruire degli IPA; la Commissione Europea le ha quindi allocato 332 milioni di euro per il periodo 2007 – 2010.

In Serbia ed in Montenegro[19] sono arrivati dal 1991 al 2002 circa 2.929,4 milioni di euro, ripartiti tra vari programmi, mentre sono stati 987,88 milioni tra 2002 e 2004 e circa 184 milioni erano previsti per il solo 2005. Soprattutto per la Serbia ora l'attenzione si sta spostando al sostegno ed al rafforzamento dei governi locali ed al settore energetico, dei trasporti e dell'ambiente.

Come si può ora ben capire, l'economia ed anche la politica dei paesi analizzati da questo studio sono fortemente influenzati dalle decisioni, e soprattutto dai finanziamenti, della

[19] Nel 2006, a seguito di un referendum previsto dalla costituzione, il Montenegro si è staccato dalla Serbia, diventando una repubblica indipendente.

comunità internazionale. In particolare ora che sia Bosnia Erzegovina sia Serbia hanno raggiunto lo status di paesi candidati all'ingresso nell'Unione Europea, entrambi dovranno tendere ancora più fortemente ad un adeguamento legislativo e gestionale, che porterà ad interventi abbastanza drastici e forti mutamenti. Anche il campo della gestione dei rifiuti è investito da questo vento di cambiamento, per il momento soprattutto da un punto di vista normativo, ed è inevitabile che lo sarà ancora di più nel prossimo decennio. Infatti negli ultimi anni sono moltissimi gli interventi nel settore, anche se per la stragrande maggioranza di piccola portata e senza una visione a lungo termine, ed ultimamente l'argomento sta suscitando un'attenzione sempre maggiore in ambito internazionale. Vista la posta in gioco ed i cospicui finanziamenti ora davvero accessibili anche per le tematiche ambientali, si stanno finalmente formando le condizioni economiche, istituzionali e politiche per progettare ed implementare azioni significative. Per decidere quale esse siano e prevederne l'efficacia, risulta fondamentale una conoscenza approfondita del contesto ed una progettazione adeguata che utilizzi, quindi, tecnologie "compatibili" con i Balcani.

Capitolo 2: La gestione degli RSU in Bosnia Erzegovina e Serbia

La gestione dei rifiuti solidi urbani è un argomento prioritario e sicuramente spinoso per il contesto balcanico, e non solo, e deve essere affrontato seriamente sia per non generare rischi per la popolazione e per l'ambiente, sia per adempiere agli impegni presi con l'Unione Europea.

Visto che il sistema di gestione degli RSU è affidato alle municipalità, la situazione è sicuramente variegata e cambia di luogo in luogo, ma mantiene elementi comuni. In particolare sono diffuse criticità che si tenterà di evidenziare, in modo che fungano da punto di partenza per l'elaborazione di interventi. La risoluzione di alcune di esse, come si vedrà, sarà la sfida principale per migliorare l'attuale sistema di gestione degli RSU ed indirizzarlo verso un'integrazione consapevole delle sue parti. Tale indirizzo seguirà naturalmente la via indicata dalle normative europee, attenendosi però al contesto: non saranno quindi segnalate come criticità, o almeno non considerate come prioritarie, problematiche che in altri contesti europei risulterebbero particolarmente calde.

2.1 Normativa

Come già accennato in precedenza la normativa di Bosnia Erzegovina e Serbia è in evoluzione per adeguarsi alla normativa europea, ma presenta ancora lacune e difficoltà per diventare ovunque operativa. Per meglio chiarirla si tratteranno, in questo caso, i due paesi separatamente.

<u>Bosnia Erzegovina</u>[20]

Nella Federazione di BiH, il Ministero dell'Ambiente e del Turismo è responsabile della legislazione e delle politiche di gestione dei rifiuti, con ruoli ricoperti anche da altri Ministeri. Per esempio il Ministero dell'Agricoltura, della Gestione delle Acque e delle Foreste è in carica per lo smaltimento delle acque reflue, il Ministero della Salute per la gestione dei rifiuti sanitari ed il Ministero per l'Energia, le Miniere e l'Industria per la gestione di quelli industriali. Una simile struttura è presente anche a livello cantonale. I Ministeri Cantonali sono fortemente responsabili per le politiche e le leggi nei loro rispettivi campi. In Repubblica

[20] "Bosnia Herzegovina Solid Waste Management Project II, Environmental Framework and Management Plan", 2008.

Serba, il Ministero per la Pianificazione Territoriale, l'Edilizia e l'Ecologia è responsabile per la legislazione e le politiche di gestione dei rifiuti. Non è presente una struttura cantonale, bensì l'organizzazione dei servizi nelle municipalità / regioni ricorda da vicino quella della FBiH. All'interno delle municipalità sono solitamente le Aziende di Servizi Pubblici (PUCs) che hanno la responsabilità della gestione dei rifiuti e della raccolta delle relative tasse dagli utenti. È anche operativo un Comitato Direttivo Ambientale Inter-Entità, istituito nel luglio 1998 e composto da componenti del governo, professionisti ed accademici, che ha l'obiettivo di coordinare le politiche ambientali per armonizzare la normativa delle Entità.
La disomogeneità delle strutture organizzative nella gestione dei rifiuti, evidente dalla precedente descrizione, insieme alla situazione politica, ha portato a tremende inefficienze gestionali. La prova più lampante risiede nell'enorme numero di discariche, controllate e non, disseminate nel territorio e nelle relative infrastrutture, la maggior parte delle quali è obsoleta o scarsamente funzionante.
Recentemente entrambe le Entità hanno sviluppato nuovi disegni di legge riguardanti l'ambiente in linea con la legislazione dell'Unione Europea. Tali nuovi documenti sono: Legge per la Tutela dell'Ambiente, Legge per la Tutela della Natura, Legge per la Tutela dell'Aria, Legge per la Tutela delle Acque, Legge per la Gestione dei Rifiuti e Legge per il Fondo Ambientale. Inoltre molte altre importanti normative sono state sviluppate di recente in ambo le Entità, come la Legge sulla Pianificazione Territoriale e la Legge sull'Edilizia. Sebbene rimpiazzino le corrispondenti leggi del periodo prebellico (incentrate soprattutto sull'urbanizzazione, la pianificazione territoriale e l'edilizia), introducendo un apparato legislativo ambientale di stampo europeo, la trasformazione non si è ancora completata, soprattutto visti gli scarsi risultati operativi, dovuti alla mancanza sia di una successiva normativa specifica sia di competenze, di fondi e di volontà nel provare a conseguirli.
Il punto principale della Legge per la Tutela dell'Ambiente, il regolamento per la stesura di Valutazioni di Impatto Ambientale e di Autorizzazioni Ambientali, è stato invece adottato sia in FBiH sia in RS.

Normativa riguardante la VIA in FBiH

La proceduta per la stesura di una VIA è regolata dalla Legge Federale per la Tutela Ambientale (Gazzetta Ufficiale di FBiH, No. 33/03) e dalla sua normativa riguardante le strutture soggette a VIA obbligatoria e le strutture che possono essere costruite ed operare solo con una valida Autorizzazione Ambientale (Gazzetta Ufficiale di FBiH, No. 19/04).

Recentemente è stato pubblicato un elenco degli impianti industriali e delle strutture che sottostanno a particolari studi riguardando le richieste della VIA.
Per le seguenti strutture / unità, prima di poter richiedere l'Autorizzazione Ambientale, è necessario aver superato una procedura di VIA del Ministero Federale: a) impianti per incenerimento di rifiuti, b) impianti per trattamenti chimici, c) discariche per rifiuti pericolosi, d) impianti per incenerimento di rifiuti urbani, e) impianti per trattamenti biologici e fisico-chimici di rifiuti non pericolosi destinati ad un ulteriore smaltimento con una capacità giornaliera di 50 t/giorno, f) discariche con una capacità giornaliera di 10 t o più o di capacità massima totale di 250.000 m3 o più o di area coperta di 4 ettari o più.
È disponibile anche una lista di impianti / strutture il cui impatto ambientale è valutato a livello cantonale. Per tali casi la valutazione è effettuata a seconda delle richieste della VIA. Al momento della valutazione dei requisiti della VIA, il Ministero prende in considerazione le caratteristiche specifiche del progetto (dimensioni dell'impianto industriale / struttura, produzione di rifiuti, inquinamento, etc.), la collocazione del progetto e la sensibilità ambientale, così come le caratteristiche degli impatti potenziali (stima degli impatti, probabilità, etc.). La lista comprende: a) impianti per trattamenti biologici e fisico-chimici di rifiuti non pericolosi destinati ad ulteriore smaltimento con capacità giornaliera di 10 t/giorno, b) discariche per rifiuti inerti con capacità massima di 200.000 m3 o più o area coperta di 2 ettari o più, c) discariche con capacità giornaliera di 5 t o più o capacità massima totale di 10.000 t, rifiuti inerti esclusi.

Repubblica Serba di Bosnia

Come per la corrispondente in FBiH, la Legge per la Tutela Ambientale della RS (Gazzetta Ufficiale di RS, No. 53/02), emendata nel 2005 (Gazzetta Ufficiale di RS, No. 109/05), regola il mantenimento, la tutela, il ripristino ed il miglioramento della qualità e della capacità dell'ambiente e della qualità della vita; le misure e le condizioni di gestione, conservazione ed uso razionale delle risorse naturali; la struttura normativa ed amministrativa per le questioni inerenti conservazione, tutela e miglioramento dell'ambiente; il finanziamento delle attività ambientali, incluse quelle di esclusiva competenza delle autorità. Secondo tale legge le componenti ambientali (suolo, acqua, aria ed ecosistemi) devono essere protetti sia singolarmente, sia all'interno di programmi di tutela congiunti per le componenti, prendendo in considerazione la loro interdipendenza.

Questa legge, così come la sua normativa applicativa per gli impianti che possono essere costruiti e messi in opera solo con una valida Autorizzazione Ambientale (Gazzetta Ufficiale di RS, No. 07/06), introduce una procedura di Autorizzazione Ambientale obbligatoria per tutti gli impianti potenzialmente pericolosi per l'ambiente. Gli articoli chiave di questa Legge, inclusi quelli relativi alla VIA, sono i medesimi della corrispondente legge della FBiH. La normativa dei progetti soggetti a VIA ed i criteri per stabilire i requisiti della VIA e le sue stime (Gazzetta Ufficiale di RS, No. 07/06) elenca gli impianti industriali, le strutture ed i soggetti con impatti ambientali sostanzialmente negativi soggetti a VIA obbligatoria, con le medesime soglie per le attività di gestione dei rifiuti della normativa della FBiH.

La Strategia Nazionale

L'Unione Europea ha finanziato l'elaborazione di una Strategia Nazionale di Gestione dei Rifiuti Solidi, completata nel 2001, primo documento riguardante i rifiuti solidi del periodo postbellico. La Strategia segnala un ampio spettro di innovazioni da portare nei prossimi 15-20 anni nel campo tecnico, istituzionale e finanziario. Una parte fondamentale riguarda la gestione dei rifiuti abitativi ed urbani ed è basata sul definire distretti sovra municipali comprendenti almeno 200.000 persone ciascuno. I rifiuti raccolti dalle aree sia urbane sia rurali dovrebbero confluire in stazioni di trasferenza (transfer station) per finire smaltiti in discariche multi municipali tramite trasporti di maggiore capienza. A lungo termine si crede che anche le regioni meno popolate possano aderire e che i rifiuti vengano conferiti in un numero di discariche minore, ma ognuna di dimensioni maggiori. Anche il riciclaggio e l'introduzione di termovalorizzatori sono promossi in accordo con gli standard europei.
I raggruppamenti di municipalità per raggiungere la popolazione minima di 200.000 abitanti non sono stati definiti, o meglio sono al vaglio fondamentalmente due versioni che considerano la Bosnia Erzegovina come un unico Stato o che prendono separatamente le due Entità. Questa seconda via sembra, al momento e secondo esponenti della Banca Mondiale, quella meglio percorribile; comunque ora la Banca Mondiale, congiuntamente con la Commissione Europea, sta finanziando la messa in sicurezza e la realizzazione di discariche in prossimità delle principali città che serviranno le regioni circostanti. Come poi vengano definite tali regioni è demandato a quando saranno terminati i lavori[21]. A riguardo invece della possibilità di costruire inceneritori, la Banca Mondiale è molto scettica ed esclude questa

[21] Sarajevo e la zona circostante sono un'eccezione: la discarica è stata completata rispondendo a tutti i requisiti europei; attualmente serve la zona circostante che facilmente ed abbondantemente supera la soglia dei 200.000 utenti.

possibilità. Infatti considera che la popolazione e la sua distribuzione non siano compatibili con questa tecnologia, non giustificando i costi di impianto e di gestione che comporterebbe.

La Legge sui rifiuti

La Legge per la Gestione dei Rifiuti è un documento quadro e presenta articoli generali riguardanti la gestione dei rifiuti nel suo complesso, mentre i temi specifici sono trattati all'interno di regolamenti che sono in fase di sviluppo o di approvazione.

Serbia[22]

La gestione dei rifiuti in Serbia coinvolge diversi soggetti istituzionali ed in particolare:

- il Ministero,
- le agenzie competenti delle regioni autonome,
- le agenzie competenti dell'autogoverno regionale,
- l'Agenzia di Riciclaggio,
- i laboratori accreditati alle analisi sui rifiuti.

Le competenze sono differenti e sono attribuite da numerose leggi e regolamenti che sono stati quasi completamente riscritti negli ultimi 10 anni, a seconda dei tipi di rifiuti e delle loro caratteristiche, considerando le misure di tutela dell'ambiente contro i loro possibili impatti negativi. Il quadro normativo, ormai quasi completamente definito, presenta ancora lacune per quanto riguarda i regolamenti applicativi e difficoltà ad essere effettivamente rispettato.

Principali leggi e regolamenti di interesse

1. Legge per la Tutela dell'Ambiente (Registro Ufficiale della Repubblica di Serbia No 24/98, 24/99, 44/99): regola le materie inerenti il trasporto transfrontaliero dei rifiuti in accordo con la Convenzione di Basilea e le direttive dell'Unione Europea.
2. Regolamento per la documentazione da presentare per richiedere l'autorizzazione per importare, esportare e far transitare rifiuti (Gazzetta Ufficiale di FRY No 69/99).
3. Legge per il Trasporto di Sostanze Pericolose (Gazzetta Ufficiale di SFRY No 27/90, 45/90 e Gazzetta Ufficiale di SRJ No 24/94, 28/96, 21/99, 44/99): regola le condizioni per il trasporto di sostanze pericolose, così come tutte le attività inerenti.

[22] "The National Waste Management Strategy", Serbia, 2003 ed altre fonti.

4. Legge per la Produzione ed il Trasporto di Sostanze Velenose (Gazzetta Ufficiale di SRJ No 15/95, 28/96, 37/02): regola la produzione ed il trasporto di sostanze velenose, così come i metodi di distruzione di veleni non usati e dei contenitori utilizzati.
5. Regolamento per la Distruzione di Medicine, Prodotti Medicinali ed Attrezzature (Registro Ufficiale della Repubblica di Serbia No 16/94, 22/94).
6. Legge per le Imprese (Registro Ufficiale della Repubblica di Serbia No 29/96, 33/96, 29/97, 59/98, 74/99, 9/01, 36/02): un'impresa che produce, utilizzata, distribuisce, trasforma ed immagazzina materiali pericolosi e dannosi per la salute umana e per l'ambiente può svolgere tali attività solo se un'agenzia autorizzata rilascia un attestato che la dichiari tecnicamente equipaggiata per le attività suddette e che soddisfi le condizioni legali, di sicurezza sul lavoro, di tutela e di miglioramento ambientale.
7. Legge per la Protezione degli Animali dal Contrarre Malattie Contagiose nell'Intero Paese (Gazzetta Ufficiale di SFRY No. 43/86,53/91, Gazzetta Ufficiale di FRY No. 24/94, 28/96): regola, inoltre, lo smaltimento sicuro di carcasse e di parti animali.
8. Regolamento per lo smaltimento sicuro di carcasse e di parti animali in determinate condizioni e con adeguato equipaggiamento per la raccolta, il sicuro smaltimento e la diagnosi della causa di morte, così come il trasporto di carcasse o di parti animali (Registro Ufficiale di SFRY No 53/89).
9. Legge per la Tutela delle Piante (Registro Ufficiale di FRY No. 124/98, 26/98): regola le procedure per distruggere piante infette, fertilizzanti e pesticidi confiscati).
10. Codice Penale di FRY (Registro Ufficiale di SFRY No. 44/76, 36/77, 34/84, 74/87, 57/89, 3/90, 38/90, 45/90, 54/90 e Registro Ufficiale di SRY No. 35/92, 37/93, 24/94, 61/01): è considerato atto criminale importare sostanze dannose in SRY.
11. Legge per la Tutela dell'Ambiente (Registro Ufficiale della Repubblica di Serbia No 66/91, 83/92, 53/93, 67/93, 48/94, 53/95): definisce come pericolosi e dannosi tutte le sostanze gassose, liquide o solide che nel processo di produzione, uso, trasformazione, immagazzinamento o conservazione possono, a causa delle loro caratteristiche o di reazioni chimiche, minacciare la salute o la vita umana o l'ambiente; lo stesso vale per le materie prime di sostanze pericolose ed i rifiuti con le medesime caratteristiche.
12. Regolamento per i criteri per determinare la localizzazione e le norme per un sito di conferimento di rifiuti (Registro Ufficiale di RS No 54/92): regola i criteri per determinare i siti di conferimento di rifiuti, l'organizzazione sanitaria e tecnica per la tutela ambientale, così come le condizioni ed i metodi per chiudere tali siti.

13. Regolamento per le strutture ed impianti soggetti a Valutazione di Impatto Ambientale (Registro Ufficiale della Repubblica di Serbia No 61/92): determina i tipi di impianti e di strutture che necessitano una VIA e regola i dettagli così come il contenuto delle analisi, dei metodi e delle procedure.
14. Regolamento per il trattamento di rifiuti pericolosi (Registro Ufficiale della Repubblica di Serbia No 12/95): determina il trattamento di determinati rifiuti di natura pericolosa, l'archiviazione per tipologia di rifiuti pericolosi e di quantità prodotte, utilizzate, trasportate, trasformate, immagazzinate, smaltite ed introduce inoltre la classificazione dei rifiuti in accordo con la Convenzione di Basilea.
15. Legge per il Trattamento dei Rifiuti (Registro Ufficiale di RS No. 25/97): determina i trattamenti dei rifiuti che possono essere utilizzati come materie prime secondarie, i metodi della loro raccolta, le condizioni di processo ed immagazzinamento, così come il trattamento dei materiali che non possono più essere utilizzati come materie prime secondarie.
16. Regolamento per le condizioni di classificazione, imballaggio ed immagazzinamento delle materie prime secondarie (Registro Ufficiale di RD No. 55/01): prescrive le condizioni dettagliate ed i metodi di classificazione, imballaggio ed immagazzinamento dei rifiuti – materie prime secondarie che possono essere riutilizzati per ulteriori lavorazioni, per esempio il processare i derivati da processi tecnologici di produzione, il riciclaggio, il processare o rigenerare rifiuti, i servizi, il consumo o altre attività, secondo con una lista ed un catalogo dei rifiuti armonizzati con la normativa UE.
17. Legge per i Parchi Nazionali (Registro Ufficiale di RS No. 39/93, 44/93, 53/93, 67/93, 48/94): proibisce lo smaltimento dei rifiuti urbani ed industriali, radioattivi o altri materiali pericolosi nei parchi nazionali.
18. Legge sulle Attività Comunali (Registro Ufficiale di SRS No. 16/97, 42/98): determina le condizioni generali ed i metodi delle attività comunali, definendo il trattamento ed il drenaggio delle acque meteoriche e di rifiuto, così come il mantenimento delle discariche come attività comunale, ed autorizza le municipalità e la Città di Belgrado ad agire in accordo con la legge e provvedere e gestire le condizioni per le attività comunali ed il loro sviluppo.
19. Legge per il Terreno Agricola (Registro Ufficiale No. 49/92, 53/93, 67/93, 48/94, 46/95, 54/96, 14/00): determina le condizioni per lo smaltimento di scorie, ceneri e scarti su

terreno agricolo e la gestione della bonifica del terreno precedentemente utilizzato per lo smaltimento di scorie, ceneri e scarti.

20. Legge per la Tutela della Salute degli Animali (Gazzetta Ufficiale di RS No. 37/91, 50/92, 33/93, 52/93, 53/93, 67/93, 48/94, 53/95, 52/96, 25/00): determina le condizioni ed i metodi per lo smaltimento sicuro delle carcasse di animali.
21. Regolamento per lo smaltimento ed uso delle carcasse animali (Gazzetta Ufficiale di SRS No. 7/81).
22. Legge sulle Miniere (Registro Ufficiale di RS No. 44/95): determina un piano per la bonifica dei terreni degradati così come le condizioni per l'autorizzazione allo sfruttamento; inoltre è dovere dell'impresa bonificare il terreno secondo il piano durante l'uso ed una volta esaurita la materia prima ed utilizzare tutte le misure per la tutela del terreno dove si è svolto il lavoro.
23. Regolamento per il trasporto di sostanze pericolose su strada e rotaia (Registro Ufficiale di RS No. 52/02): contiene le condizioni dettagliate ed i metodi di trasporto di sostanze pericolose su strada e rotaia.
24. Legge per gli Appalti Privati (Registro Ufficiale di SRS No. 54/89, 9/90 e Registro Ufficiale di RS No. 46/91, 53/93, 67/93, 48/94, 53/95, 35/02): definisce che l'appaltatore selezionato per effettuare determinate azioni deve ottenere un certificato da un'agenzia autorizzata che dichiari che ha soddisfatto le condizioni richieste concernenti la sicurezza e tutela della salute, la sicurezza del lavoro, la salvaguarda ambientale, l'equipaggiamento sanitario igienico, così come le altre condizioni prescritte prima che comincino le loro attività.
25. Legge sull'Autogoverno Locale (Registro Ufficiale di RS No. 9/2002): definisce gli obblighi municipali: progetta i piani di sviluppo, i piani urbani; una stima di budget e di bilancio; gestisce, organizza e sviluppa le attività comunali (la pulizia della città e degli altri ambienti, il mantenimento della discarica, etc.); provvede inoltre alle condizioni organizzative, finanziarie e di altro genere per le attività menzionate; si prende cura della tutela dell'ambiente, etc. Le risorse finanziarie pubbliche municipali sono: tasse locali comunali, tasse per la salvaguardia dell'ambiente, tasse di concessione per attività comunali ed altre attività pagate agli uffici dell'autogoverno locale in rispetto delle prescrizioni della legge.

26. Legge per la Pianificazione e l'Edilizia (Registro Ufficiale di RS No. 47/2003): regola le condizioni ed i metodi per la pianificazione e l'organizzazione degli spazi, l'organizzazione ed l'uso dei siti edificabili e la costruzione di edifici.
27. Legge per la Tutela Ambientale (Registro Ufficiale di RS 135/04)

La Strategia Nazionale per la Gestione dei Rifiuti

Il Ministero per la Tutela delle Risorse Naturali e dell'Ambiente ha preparato nel 2003 la Strategia Nazionale per la Gestione dei Rifiuti per rispondere alle richieste dell'UE. La Strategia Nazionale è, infatti, un documento fondamentale per assicurare le condizioni per una gestione razionale e sostenibile dei rifiuti a livello statale ed è il primo documento di tale portata in Serbia. Inoltre la Strategia è stata ed è supportata da diversi piani di implementazione per la raccolta, il trasporto, il trattamento e lo smaltimento controllato dei rifiuti. Sono stati introdotti i principi fondamentali indicati dalle direttive UE come affrontare il problema fin dalla fase di generazione del rifiuto, il principio di prevenzione, la raccolta differenziata, il principio di neutralizzazione dei rifiuti pericolosi, l'approccio regionale della gestione e le discariche controllate.

Sono stati inoltre definiti i raggruppamenti di municipalità[23] che è previsto provvedano congiuntamente a progettare, costruire, gestire ed utilizzare:

- 29 discariche regionali controllate,
- 44 transfer station per 63 municipalità lontane dalle discariche,
- 17 centri di riciclaggio regionali,
- 7 impianti di trattamento di rifiuti biologici per 146 municipalità,
- 4 termovalorizzatori.

Per le varie tipologie di impianto sono previsti anche tempi di massima, cioè se la loro costruzione è prevista a breve, medio o lungo termine; la priorità è assegnata naturalmente alla costruzione di discariche controllate.

I vari raggruppamenti di municipalità sono stati giustamente decisi dal Ministero, ma non sono state assolutamente prese in considerazione le caratteristiche delle aree interessate e le condizioni delle strade, parzialmente giustificando quelle municipalità, e sono molte, che agiscono in maniera assolutamente autonoma senza curarsi della Strategia Nazionale (documento operativo e di cui tutti sono a conoscenza visto che è stato preparato nel 2003).

[23] Dai raggruppamenti sono escluse le municipalità facenti parte della Città di Belgrado; essa infatti, visti il contesto completamente differente e l'alta densità abitativa, viene considerata a parte.

Per fare un esempio la municipalità di Sjenica, nel sud della Serbia, dovrebbe collaborare con le municipalità di Novi Pazar, Raška e Tutin per la costruzione della discarica regionale, ma non ha la minima intenzione di farlo; infatti, oltre a motivi politici e di estrema difficoltà economica, la prevista discarica del gruppo Priboj, Prijepolje e Nova Varoš dovrebbe distare meno di un terzo rispetto all'altra. Bisogna anche segnalare che la previsione di costruire termovalorizzatori è quantomeno discutibile: tralasciando Belgrado che sicuramente ha a disposizione un bacino sufficiente per poterne utilizzare uno, le altre municipalità non sembrano presentare le sufficienti condizioni di popolazione e di sua distribuzione per poter motivare un simile impianto. In ogni caso ad ora in Serbia non esistono inceneritori per RSU e non è in progetto di costruirne a breve termine.

Per finire bisogna segnalare che si attende a breve, sia in Serbia sia in Bosnia Erzegovina, una norma che regolamenti le privatizzazioni delle società di servizio pubblico e gli appalti legate alle stesse. Infatti alcune municipalità si sono già mosse su questa strada ed altre le stanno seguendo, con procedure e concessioni di volta in volta differenti. Inoltre cresce di continuo il numero di società straniere che stanno provando ad entrare in qualche modo nella gestione dei rifiuti, sfruttando la situazione non proprio chiaramente definita. Viste le difficoltà economiche di Serbia e Bosnia e la loro volontà di facilitare l'arrivo di capitale straniero, è abbastanza diffusa la prassi di favorire, in modo neanche troppo velato, le attività di tali attori e quindi alcune imprese stanno preparando studi per costruire centri di riciclaggio, discariche o per gestire direttamente il sistema di raccolta. Se effettivamente verranno completate le infrastrutture, è opinione diffusa che verranno anche modificati i regolamenti e le strategie per adeguare i raggruppamenti delle municipalità agli impianti esistenti o lasciando le PUCs libere di smaltire i rifiuti dove più conviene loro.

Richieste dell'Unione Europea

Come si è potuto vedere l'apparato normativo in Serbia e BiH è ormai pressoché completo ed in linea con l'Unione Europea, anche se si devono recepire le Direttive più recenti, mentre risulta ancora carente la regolamentazione applicativa facendo rimanere, di conseguenza, le soluzioni suggerite quasi ovunque sulla carta.

La normativa di riferimento UE è fondata principalmente su:

- Direttiva Quadro relativa ai Rifiuti (2006/12/CE),
- Direttiva relativa ai Rifiuti Pericolosi (91/689/CEE),
- Direttiva relativa alle Discariche di Rifiuti (1999/31/CE),

- Direttiva sugli Imballaggi e sui Rifiuti d'Imballaggio (94/62/CE).

Le Direttive sono state successivamente modificate tramite atti per chiarire e specificare aspetti o definizioni, stabilendo criteri o procedure specifiche; tale processo non modifica comunque il quadro normativo che viene solamente meglio delineato.

Sono presenti anche altre Direttive riguardanti specifici flussi di rifiuti (batterie ed accumulatori, veicoli fuori uso, etc.), particolari impianti (impianti offshore petroliferi e del gas in disuso, infrastrutture portuali), pratiche e trattamenti (utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura, incenerimento) ed il trasporto, in particolare di sostanze radioattive.

Considerando il processo di armonizzazione che stanno effettuando i due paesi per poter entrare nell'Unione Europea, dovranno ora sicuramente concentrare gli sforzi per centrare quegli obiettivi quantitativi che sono stati posti per i paesi membri, sia per gli anni scorsi, sia per i prossimi; tali obiettivi saranno quindi anche il traguardo verso cui dovranno tendere Bosnia Erzegovina e Serbia in numero di anni non ancora deciso (vedi tabella 1).

Tipo di rifiuto	Richiesta	Anno
Rifiuti urbani	Produzione procapite non superiore a 300 kg/ab/giorno*	2010
Frazione organica conferita in discarica	Riduzione al 75%	2010
	Riduzione al 50%	2013
	Riduzione al 35%	2020
Imballaggi (inclusi gli intermedi)	Riuso minimo del 50%	2007
	Riciclaggio minimo del 25%	2010
Batterie	Bandita l'importazione e vendita di batterie non ottemperanti la regolazione UE (Hg, Cd, Pb)	2004
	Raccolta obbligatoria delle batterie delle auto	2004
Rifiuti PCB / PCT	Approvazione norme sul trattamento	2003
	Distruzione delle scorte esistenti	2015
Veicoli usati	Ritiro e riciclo minimo del 70%	2005
	Ritiro e riciclo minimo dell'85%	2015
Rifiuti elettronici	Riciclo e riuso dei componenti	2010
Rifiuti pericolosi domestici	Raccolta differenziata e trattamento	2010

*: tale limite risulta utopistico per tutti i paesi europei.

Tab.1: obiettivi e scadenze delle strategie degli Stati membri dell'UE in ottemperanza alle direttive comunitarie.

In particolare risultano evidenti, necessari e possibili a livello locale interventi sulla frazione organica, sulle batterie e sui rifiuti pericolosi domestici (medicinali). Gli imballaggi richiedono un intervento a livello statale, così come i veicoli usati ed i rifiuti composti da PCB / PCT; effettivamente si stanno muovendo i primi passi in tale direzione.

2.2 Soggetti coinvolti nella gestione degli RSU

La gestione dei rifiuti è affidata nelle diverse sue parti a differenti soggetti ed un numero molto elevato di persone effettivamente gravita attorno a questa tematica. Come si vedrà, ciò è soprattutto dovuto al fatto che il mercato dei materiali riciclabili è molto attivo ed aperto; purtroppo è anche molto caotico, poco monitorato e in larga parte basato su transazioni non dichiarate.
Partendo dai livelli di gestione più alti, i protagonisti in Bosnia Erzegovina e Serbia sono:

Ministero[24]

Svolge un ruolo di analisi, pianificazione e monitoraggio ricoprendo i seguenti compiti:

- sviluppa e suggerisce le strategie ambientali al governo,
- prepara i regolamenti e gli standard tecnici,
- rilascia le licenze previste dalla legge e compila i relativi registri,
- coordina le azioni più significative a livello statale (o di Entità) riguardanti la gestione dei rifiuti e monitora i loro progressi,
- adotta i piani di gestione dei rifiuti a livello intermunicipale,
- coordina le attività riguardanti gli accordi, i regolamenti ed i decreti internazionali,
- rilascia i permessi per importazione, esportazione e transito dei rifiuti,
- organizza il sistema informativo riguardante i rifiuti a livello statale (o di Entità).

Agenzie competenti delle regioni autonome

Con tale definizione si considerano le agenzie, i dipartimenti e le direzioni di carattere regionale che trattano il tema della gestione dei rifiuti. Tale ruolo è sempre compreso nella sfera ambientale ed è presente in Serbia a livello distrettuale, in FBiH a livello cantonale ed in RS a livello regionale.

[24] In Bosnia Erzegovina le competenze sono quasi totalmente affidate ai rispettivi Ministeri delle Entità, con solo una piccola sfera occupata dal Comitato Direttivo Ambientale Inter-Entità.

I compiti ricoperti sono i seguenti:

- adotta i piani di gestione dei rifiuti a livello intermunicipale sul suo territorio,
- prende parto allo sviluppo e all'elaborazione delle strategie di gestione dei rifiuti del governo,
- coordina le attività più significative di gestione dei rifiuti al proprio livello di competenza e ne segue i progressi,
- fornisce opinioni e/o rilascia le autorizzazioni previste dalla legge,
- organizza il sistema informativo riguardante i rifiuti sul proprio territorio.

Agenzia per il Riciclaggio

Tale istituzione, attualmente presente solo in Serbia ma presumibilmente presente nel breve anche in Bosnia Erzegovina, dovrebbe essere quantomeno l'equivalente del CONAI italiano. Perciò i suoi compiti sono:

- monitorare e controllare l'uso delle materie prime secondarie,
- effettuare studi sul mercato delle materie prime secondarie,
- registrare domanda ed offerta di materie prime secondarie e predisporre le relative basi di dati,
- elaborare programmi, studi ed analisi sugli usi tecnici e tecnologici delle materie prime secondarie e le potenzialità sul territorio per il loro accumulo, immagazzinamento e recupero tramite riciclaggio,
- caratterizzare e classificare i rifiuti,
- fornire consulenze sulla classificazione, i trattamenti ed il riciclaggio dei rifiuti e sulla normativa di settore,
- introdurre nuove tecnologie nei processi di riciclaggio,
- sensibilizzare la popolazione sulle opzioni ed i metodi di riciclaggio,
- cooperare con organizzazioni e privati, locali ed internazionali, in particolar modo di settore.

Municipalità

Le municipalità sono responsabili dei servizi pubblici erogati alla popolazione, ma demandano il compito ad aziende, rimanendo comunque coinvolte. Infatti, a parte rarissime eccezioni, tutte queste aziende (PUCs) sono municipalizzate e dipendono fortemente dal potere politico. Il ruolo della municipalità è quindi contribuire alla pulizia della città

collaborando con la PUC tramite programmi di sensibilizzazione della popolazione, preparando strategie per migliorare il servizio e la qualità dell'ambiente e partecipando, se necessario, anche finanziariamente; la gestione dei rifiuti deve comunque fare parte della politica ambientale dell'autogoverno locale. Quando si progettano interventi intermunicipali le municipalità, essendo proprietarie delle PUCs, intervengono insieme ai tecnici dell'azienda, rappresentando gli interessi della comunità di appartenenza.

Aziende di servizio pubblico (PUCs)

Tali aziende sono gli effettivi esecutori delle politiche ambientali, occupandosi della raccolta, del trasporto e dello smaltimento dei rifiuti. In particolare sono responsabili dei rifiuti solidi urbani prodotti dalla comunità, cioè i rifiuti domestici e quelli attivamente e passivamente assimilati. Infatti attività commerciali, artigianali, servizi e piccole attività produttive affidano alla PUC i loro rifiuti, mentre le industrie dovrebbero gestire adeguatamente e in autonomia i propri.

Finanziariamente dipendono dalle tasse sui rifiuti che raccolgono o che la municipalità riscuote per loro: il sistema di raccolta delle imposte è a discrezione delle autonomie locali e la tassa sui rifiuti a volte è congiunta a quella per l'acqua ed altre imposte (per esempio per la canalizzazione) oppure separata[25]. Praticamente ovunque in Serbia ed in Bosnia la percentuale degli utenti paganti è molto bassa e questo fa sì che il bilancio del servizio sia negativo, rendendo necessario l'intervento del municipio per coprire le perdite. Inoltre è successo che si riscontrassero ritardi nei pagamenti degli stipendi[26], cosa che sicuramente non stimola gli operatori ad erogare il miglior servizio possibile. Essendo di proprietà della municipalità, ogni PUC ne è fortemente dipendente: alcuni capi vengono infatti nominati dall'autogoverno locale, magari dopo le elezioni, scegliendo per i vertici persone non sempre competenti e portando tensioni e motivazioni politiche anche all'interno dell'azienda. Inoltre la politica e le difficoltà economiche spingono le PUCs a concentrarsi nell'erogazione del servizio, senza pensare ad elaborare programmi per il suo miglioramento.

[25] Le tariffe sono quasi ovunque calcolate in base all'area utilizzata dall'utente, differenziandosi a seconda dell'uso (principalmente abitativo, commerciale ed industriale), e sono raccolte mensilmente. Con tale semplice sistema tariffario, l'utente non è assolutamente incentivato a ridurre la propria produzione di rifiuti, ma almeno non dovrebbe essere stimolato a tentare di liberarsene illegalmente (cosa che comunque accade). Le tariffe spesso sono basse e partono, per un'abitazione da 60 m^2, da 1,1 Euro al mese (Šabac, Serbia), che equivale a circa lo 0,7% di un salario medio netto.

[26] A titolo di esempio nel dicembre 2007 è scoppiata una forte protesta in Serbia da parte dei dipendenti pubblici, sfociata nel gennaio 2008 in un lungo sciopero anche dei lavoratori delle PUC.

È da notare che esistono però alcuni casi di PUCs privatizzate, con il servizio appaltato ad una società per un determinato lasso di tempo. In Bosnia Erzegovina la società tedesca Alba ha in carico la gestione dei rifiuti a Zenica e Mostar, due delle maggiori città, tramite le omonime controllate, mentre Tutin, municipalità di circa 30.000 abitanti nella parte sud occidentale della Serbia, presenta il primo caso di privatizzata nello Stato serbo. Infatti nel 2006 la società di costruzioni Filmman ha vinto gli appalti per gestire per 25 anni il servizio di potabilizzazione e distribuzione delle acque potabili, l'allargamento della rete fognaria, la manutenzione stradale e la gestione dei rifiuti.

Riassumendo i compiti delle PUCs sono:

- sviluppare e stilare i piani locali di gestione dei rifiuti,
- organizzare, effettuare e sviluppare la gestione dei rifiuti solidi urbani del suo territorio,
- gestire le procedure per la raccolta delle imposte relative al servizio erogato,
- fornire opinioni a riguardo di autorizzazioni in ottemperanza alla legge,
- prendere parte alla fase decisionale riguardante impianti di trattamento o discariche di rifiuti pericolosi,
- portare avanti le altre attività previste tramite leggi speciali (locali, regionali o nazionali).

Soggetti privati coinvolti nel riciclaggio

Oltre a tutti i soggetti istituzionali, ne sono presenti altri di carattere privato che sono legati in qualche modo al mercato del riciclaggio. Rimanendo sul piano legale si riscontrano società che recuperano alcuni riciclabili come carta o plastica sia direttamente da aziende o uffici grazie ad accordi specifici, sia da altre fonti; tale materiale solitamente viene solo parzialmente processato e quindi venduto ad altri utilizzatori locali oppure inviato all'estero. Come utilizzatori locali sono presenti industrie che possono processare congiuntamente materie prime grezze e secondarie, quali cartiere, acciaierie o altre che lavorano metalli (Makstill e Mittal sono un esempi lampanti, ma non sono i soli). Il materiale inviato all'estero, si tratta solitamente di plastica o carta, viene prima parzialmente processato (triturato, pallettizzato, etc.), quindi passa attraverso società di trasporti o altri intermediari. Oltre alle società registrate, i cui volumi trattati non sono in realtà chiarissimi, viste la complessità del mercato e la mancanza di un adeguato controllo dei flussi, si denota il coinvolgimento di un grandissimo numero di persone che raccolgono i riciclabili. Tali persone, denominate scrap

collectors (raccoglitori di rifiuti), vivono o almeno si guadagnano qualcosa raccogliendo rifiuti nelle innumerevoli discariche, più o meno legali, passando di casa in casa o rovistando direttamente nei cassonetti. La loro presenza, insieme a quella di scrap yards, cioè zone di raccolta del materiale, anche queste raramente dichiarate come attività commerciale, dipende fortemente dalla caratteristica del territorio e dall'eventuale presenza di comunità rom: Si considera, infatti, che questa sia una delle loro principali fonti di sopravvivenza negli interi Balcani. Visto che tali lavoratori non vengono riconosciuti dalle autorità, che spesso non vogliono averne nulla a che fare, non hanno alcun tipo di tutela sociale, vivendo ai margini della società in condizioni critiche[27]. Vista le difficoltà economiche di una buona fetta della popolazione, bisogna però segnalare che anche molti altri cittadini partecipano saltuariamente a raccolte di materiali pregiati, metalli soprattutto, per rivenderli e ricavare qualche soldo.

<u>ONG locali, associazioni ambientaliste, movimenti…</u>

Per concludere negli ultimi anni si è riscontrato un fiorire di un gran numero di forme associative di vario genere, tutte a carattere ambientalista. Molto differenti per dimensioni, attività, obiettivi ed impatto, all'interno di attività di sensibilizzazione spesso trattano la tematica dei rifiuti, promuovendo soprattutto la raccolta differenziata. Sono note alcune esperienze saltuarie di campagne di raccolta materiali (la città bosniaca di Breza) o di tentativi di creare un sistema che mettesse direttamente in relazione scuole con acquirenti con il benestare del comune (alcune municipalità attorno a Tuzla). Ancora vengono svolte attività di monitoraggio, denuncia, raccolta informazioni e pulizia in luoghi specifici e significativi riuscendo, spesso, ad avere un qualche appoggio da parte delle PUCs competenti. Tali movimenti, sempre più attivi ed interconnessi tra loro, possono risultare sicuramente una risorsa importante per sviluppare una coscienza pubblica più attenta all'ambiente, comprendendo anche la tematica dei rifiuti e facilitando in tal modo l'operato delle PUCs.

[27] Per maggiori informazioni circa le condizioni di vita e di lavoro, i bisogni e le criticità legate agli scrap collectors, si confronti Shainov S., "Analysis of Market Niche, Operations and Technical Assistance Needs of Scrap Collector", 2005, alla cui raccolta dati ed elaborazione ha collaborato anche l'autore di questa tesi. Tale documento, sviluppato per la città di Skopje su commissione dell'ONG italiana Ucodep, ritrae un quadro applicabile alla stragrande maggioranza dei contesti balcanici ed ancora assolutamente attuale.

2.3 Produzione e caratterizzazione degli RSU

Prima di provare a fornire una stima della produzione di rifiuti e della loro composizione merceologica, è doveroso segnalare che su ogni documento ufficiale, e la stessa opinione è condivisa da tutti gli operatori del settore, si premette che c'è una carenza di dati pressoché totale a riguardo, sia per difficoltà ad ottenerli, sia perché in pochi effettivamente li producono, ed oltretutto la loro qualità è solitamente discutibile. Per tale ragione si è tentato di recuperarne in numero più elevato possibile, verificandone almeno la ragionevolezza con esperti che hanno lavorato nel luogo di raccolta o con sopraluoghi dello stesso relatore.
Visto che il sistema di raccolta non copre assolutamente la totalità della popolazione, ed anche la percentuale effettivamente servita è difficilmente stimabile, soprattutto su scala nazionale, come dati di partenza non si possono utilizzare i volumi smaltiti dalle PUCs, che verranno comunque presentati in seguito; l'approccio sarà invece dal basso, cioè partendo dalla produzione giornaliera media degli abitanti, mantenendo alcune attenzioni.
Il servizio pubblico dovrebbe garantire la raccolta dei rifiuti solidi urbani (comunal solid waste o municipal solid waste MSW) che comprendono i rifiuti da abitazioni (compresi gli ingombranti ed i pericolosi ivi prodotti), quelli assimilabili per natura e contenuto (rifiuti commerciali, mercati e piccole attività produttive), ciò che viene raccolto pulendo le strade e gli sfalci di verde pubblico. In BiH e Serbia vengono però raccolti unitamente anche i rifiuti da ospedali, cliniche veterinarie ed ambulatori a prescindere dalla loro pericolosità. Ancora, visto che le PUCs raccolgono letteralmente tutto ciò che incontrano (e riescono a sollevare) durante i giri di pulizia, è molto probabile che recuperino anche rifiuti industriali, magari pericolosi, ed inerti da costruzione, visto che è pratica abbastanza diffusa abbandonarli appena possibile.
Basandosi su queste considerazioni nel 2000 all'interno della Strategia di Gestione dei Rifiuti in BiH, a seguito di alcuni campionamenti, sono state effettuate le seguenti stime di produzione pro capite di rifiuti (Tabella 2):

Rifiuti	Entità	Indicatore economico	t/ab/anno	kg/ab/giorno
Domestici	FBiH	alto	0,55	1,51
Domestici	FBiH	medio	0,45	1,23
Domestici	FBiH	basso	0,35	0,96
Domestici	RS	alto	0,5	1,37
Domestici	RS	medio	0,4	1,10
Domestici	RS	basso	0,3	0,82
Comm./Ind.	FBiH	alto	0,3	0,82
Comm./Ind.	FBiH	medio	0,2	0,55
Comm./Ind.	FBiH	basso	0,1	0,27
Comm./Ind.	RS	alto	0,3	0,82
Comm./Ind.	RS	medio	0,2	0,55
Comm./Ind.	RS	basso	0,1	0,27

Tab.2: stima della produzione di rifiuti secondo la Strategia di Gestione dei Rifiuti in BiH del 2000.

Come dati di partenza venivano considerate le produzioni complessive di rifiuti stimate in discarica a partire dai volumi ed ipotizzando una certa densità media, assumendo come valori massimi quelli generati a Sarajevo, moltiplicati per un coefficiente correttivo per considerare la popolazione non coperta dal servizio.

Con tale modello si viene a calcolare una produzione procapite di rifiuti complessiva (domestici + commerciali ed industriali) per tutta la Bosnia Erzegovina di 1,85 kg/ab/giorno, di cui 1,24 sono soltanto i domestici. Tale valore, basso per la media europea, è comunque troppo elevato per il contesto indagato, considerando oltretutto che nel 2000 l'economia era molto più debole dell'attuale. Per tale ragione si considerava oltretutto di utilizzare un coefficiente di crescita della produzione dei rifiuti del 3% annuo.

Nel 2005 all'interno del progetto RANSMO (Development of a National Environmental Monitoring System) sono stati effettuati dei campionamenti di 7 giorni, possibilmente consecutivi, sia in estate che in inverno, in varie municipalità. Dai risultati, visibili in Tabella 3, lo studio giunge a conclusioni abbastanza inaspettate e che sottolineano come il contesto sia di non facile lettura.

Municipalità	***No. di abitanti / abitazioni***	***Livello economico***	***No. di attività (commerciali, servizi ed altro)***	**Stagione**	**Peso totale raccolto (kg)**	***Rifiuti generati al giorno pro capite (kg/ab/giorno)***	***Media rifiuti generati pro capite (kg/ab/giorno)***	***Media dei rifiuti generati pro capite sulle 6 municipalità (kg/ab/giorno)***
Doboj	1250 / 400	alto	11	Inverno	5.018	0,57	0,55	
				Estate	4.709	0,53		
*Modriča**	1024 / 381	medio	22	Inverno	10.476	1.46 (0,43)	1,48 (0,43)	***Inverno 0,80 kg/ab/giorno***
				Estate	10.788	1.50 (0,42)		
Livno	1065 / 350	alto	24	Inverno	8.115	0,85	0,76	
				Estate	6.409	0,67		
Posušje	784 / 196	medio	115	Inverno	6.089	0,67	0,69	
				Estate	6.213	0,70		
Trebinje	1570 / 448	medio	15	Inverno	22.942	0,70	0,72	***Estate 0,76 kg/ab/giorno***
				Estate	8.138	0,74		
Bileča	1000 / 320	basso	21	Inverno	3.800	0,54	0,48	
				Estate	2.950	0,42		

*: I dati relativi a Modica vanno letti con attenzione, visto che la raccolta in quel periodo era organizzata settimanalmente; quindi durante il campionamento, effettuato giornalmente, la gente ha sfruttato l'occasione per liberarsi degli sfalci, aumentando notevolmente sia i quantitativi generali, sia la frazione di organico. Escludendo tale componente, assolutamente preponderante e non in linea con gli altri campionamenti, si ottiene la produzione procapite tra parentesi.

Tab.3: dati raccolti dal progetto RANSMO nel 2005 riguardanti la produzione di rifiuti in BIH.

Innanzitutto, sottolinea lo studio, si smentisce l'assunzione, solitamente valida, che ci sia una relazione forte tra livello economico e produzione di rifiuti: come si può ben vedere tra un livello medio ed uno alto non si denota una differenza significativa ed anche il livello basso non si scosta particolarmente. Ancora la presenza di numerose attività (negozi, piccoli market, botteghe, uffici, etc.) non sembra influire in maniera significativa e pure le variazioni stagionali paiono del tutto assenti, come mostra la tabella 4. In particolare quest'ultima considerazione risulta imprevista, soprattutto alla luce del diverso sistema di riscaldamento nelle varie municipalità: in inverno, oltre ad una diversa composizione generale, quando è a

legna o a carbone si dovrebbe osservare anche la presenza di una frazione di ceneri considerevole, praticamente assente per sistemi centralizzati e poco significativa per quelli misti. Visto che ciò non viene sempre chiaramente registrato, lo studio esclude una variabilità stagionale significativa.

Municipalità	Stagione	% Organico	% Carta	% Platica	% Vetro	% Tessile e pelle	% Metal lo	% Ceneri	% Altro
Doboj	Inverno	2	50	12	6	3	3	1	23
	Estate	4	45	11	8	2	4	---	26
Modriča*	Inverno	70	9	8	2	3	2	1	5
	Estate	73	7	8	2	4.5	2	0.5	3
Livno*	Inverno	10	13	7	5	5	1	18	41
	Estate	26	15	4	5	21	2		27
Posušje	Inverno	35	17	29	4	2	6	1	6
	Estate	22	17	42	8	1	3	---	7
Trebinje	Inverno	38	17	18	6	8	8	5	---
	Estate	40	17	20	3	13	2	---	5
Bileća*	Inverno	25	22	27	9	3	2	12	---
	Estate	12	31	21	17	8	6	---	5

*: queste municipalità presentano un sistema di riscaldamento a legna o carbone.

Tab.4: analisi merceologica per alcune municipalità, da RANSMO.

Ora, però, si ritengono doverose alcune puntualizzazioni di carattere metodologico. Lo studio è stato eseguito su 6 municipalità, quindi un campione troppo limitato per poter trarre conclusioni di carattere generale. Inoltre il livello economico delineato è in contraddizione con quello segnalato dalla Strategia (il livello di Trebinje era alto, di Livno medio basso, mentre quello di Bileča era assolutamente alto), mentre l'area campionata di ogni municipalità è nella zona più urbana, quindi soltanto in teoria confrontabile. Basta infatti vedere l'enorme differenza del numero di attività presenti per rendersi conto delle differenze di contesto. Ma il problema risiede proprio alla base dello studio, cioè nel reale significato dei campioni prelevati. Infatti le analisi sono state effettuate in base ai rifiuti raccolti in cassonetti che dovrebbero coprire una determinata area, o ancora meglio raccolti da camion che dovrebbero svuotare tali contenitori. Chi conosce il contesto bosniaco ben sa che in realtà i cassonetti sono carenti, danneggiati o addirittura mancanti e quindi spesso la spazzatura finisce da

qualche altra parte: può finire in altri contenitori comunque svuotati, in discariche abusive[28] oppure accumulata in angoli ripuliti quando capita. Durante i giri di sollevamento, poi, è normale che i camion raccolgano tutto quello che incontrano, anche in aree esterne a quelle di competenza del giro che stanno effettuando. Anche il fatto che ci siano varie attività di diversa tipologia (piccoli negozi, fruttivendoli, macellerie, ristoranti ed equivalenti di fast food, etc.) modifica i rifiuti non di poco. Quindi i campioni prelevati si possono considerare rappresentativi non dei rifiuti prodotti, bensì di quelli intercettati dal sistema di raccolta.

Anche la merceologia è discutibile, come il valore di organico di Doboj inferiore al 5%, presumibilmente dovuto ad analisi non accurate, vista l'importanza della voce "altro", e probabilmente non molto seguite da chi le aveva commissionate. Per finire 2 soli periodi di 7 giorni sono pochi per poter rappresentare significativamente la situazione di tale aree.

Alcune indicazioni si possono comunque ottenere da tale studio, che è davvero il primo tentativo di affrontare la raccolta dati in maniera sistematica, e cioè che la quantità dei rifiuti raccolti procapite si aggira attorno agli 0,8 kg/ab/giorno, che aumenta notevolmente[29], soprattutto nella componente organica, aumentando la frequenza del servizio e che la composizione non subisce praticamente variazioni stagionali. Quest'ultima affermazione può essere interpretata anche nel seguente modo: la quantità di rifiuti correttamente smaltita dagli abitanti è la stessa nell'arco dell'anno ed ha la medesima composizione. Il resto, soprattutto organico e ceneri in Modriča, viene probabilmente conferito altrove. Ancora una frazione di metallo potrebbe venire raccolta, mentre un'altra parte di organico potrebbe venir mangiata da animali randagi o rimanere sparsa per strada ed eventualmente raccolta con lo spazzamento (si ricordino le condizioni dei cassonetti).

Un'altra informazione interessante può essere la densità dei rifiuti raccolti, come mostrato in tabella 5, tutti non compattati, ed in media uguale a 200 kg/m^3.

---

[28] L'area indagata doveva essere, in realtà abbastanza limitata; infatti il centro della zona urbana è solitamente formato da edifici a più piani abitati da diverse famiglie, quindi 1.000 – 1.500 persone sono coperte da pochi cassonetti (visto soprattutto il loro scarso numero). Inoltre questo numero di persone era quasi certamente nominale, molto probabilmente sovrastimante gli abitanti reali presenti.

[29] Nello studio ci si domandava dove finisse solitamente quella parte extra raccolta con l'aumento della frequenza di svuotamento, senza spingersi oltre nelle considerazioni.

Municipalità	Stagione	Peso totale del campione (kg)	Volume totale del campione (m^3)	Peso di 1 m^3 in chilogrammi
Doboj	Inverno	5.018	17.04	294
	Estate	4.709	59.15	80
Modriča	Inverno	10.476	54.88	191
	Estate	10.788	64.24	168
Livno	Inverno	8.115	36.24	224
	Estate	6.409	42.34	151
Posušje	Inverno	6.089	29.82	204
	Estate	6.213	29.95	207
Trebinje	Inverno	22.942	98.04	234
	Estate	8.138	95.4	85
Bileća	Inverno	3.800	19.5	195
	Estate	2.950	22.3	132

Tab.5: densità dei rifiuti raccolti, da RANSMO.

Purtroppo nessuno studio analizzato si basa su rifiuti raccolti direttamente dalle abitazioni, quindi senza alterazioni del volume e con un numero verificato di abitanti esaminati, come sarebbe anche consigliato dalla procedura standard serba, elaborata con l'aiuto della Cooperazione Tedesca (vedi allegato 1; tale procedura risulta sconosciuta a tantissime PUCs, mentre non risulta che ne esista una ufficiale per la BiH). Per documenti ufficiali al più si effettuano analisi in discarica per un periodo di qualche giorno, se non si presentano addirittura i dati forniti dalle PUCs (per poi utilizzarne di completamente diversi, ipotizzati[30]). La National Waste Management Strategy serba del 2003 stima, in base ai dati forniti dalle municipalità, una produzione di 0,8 kg/ab/giorno, mentre la PUC di Sarajevo, sicuramente tra le più professionali e meglio operanti del panorama balcanico, fornisce alla Banca Mondiale un valore di 1,2 kg/ab/giorno[31]. Il COSEA (Consorzio Servizi Ambientali) di Porretta Terme, operante a Tuzla tra il 1997 ed il 1999, stima per quella zona una produzione, basandosi però sul rifiuto raccolto, di 0,5 kg/ab/giorno[32], ma evidenzia pure che negli ultimi anni c'è stato un forte aumento, soprattutto di carta e plastica. In Serbia alcune pubblicazioni attribuisco i

[30] Questo è il caso del "Regional Waste Master Plan", REC, 2004 per la regione di Šabac.
[31] Soeda S., "Solid Waste Management Holistic Decision Modelling, Progress of the Study", World Bank, 2007.
[32] "Feasibility Study on Integrated Solid Waste Management in the Area of the Municipality of Tuzla", COSEA, 1999.

seguenti valori: Belgrado 1 kg/ab/giorno[33], Novi Sad 0,96 kg/ab/giorno[34], Vranje 0,89 kg/ab/giorno[35]. L'ong italiana Coopi attribuisce a Niš il valore di 0,76 kg/ab/giorno[36] e a Novi Pazar 0,87 kg/ab/giorno[37].

Un approccio diverso è invece presente in altri studi, come quello eseguito dal CeTAmb (Centro di documentazione e ricerca sulle Tecnologie appropriate per la gestione dell'Ambiente nei Paesi in via di Sviluppo) in collaborazione con l'ADL (Ambasciata della Democrazia Locale) a Zavidoviči: si considera che l'area urbana della municipalità, caratterizzata da una densità abitativa molto maggiore e dalla concentrazioni delle principali attività commerciali ed istituzionali, abbia una produzione diversa rispetto a quella rurale, rispettivamente uguali a 1,1 kg/ab/giorno e 0,7 kg/ab/giorno[38]. Inoltre tale studio si basa su dati ottenuti direttamente in loco dagli autori ed è solo una delle diverse analisi prodotte dall'ormai pluriennale collaborazione tra il CeTAmb e la suddetta municipalità bosniaca. L'accuratezza delle misurazioni, ripetute 3 volte in diversi periodi dell'anno, garantisce una certa affidabilità dei risultati ottenuti. Tale approccio è stato anche utilizzato nel Regional Waste Master Plan per la regione di Šabac, che adotta 0,6 kg/ab/giorno per l'area rurale e per la parte urbana 1 kg/ab/giorno per Šabac e Loznica, i principali agglomerati, e 0,9 kg/ab/giorno per le altre municipalità. Tali considerazioni sono state assunte dall'autore per stimare la produzione a Novi Pazar per Coopi durante una raccolta dati in loco, assumendo come valori 0,87 kg/ab/giorno per la parte urbana[39] e 0,7 kg/ab/giorno per quella rurale.

A questo punto è doverosa una considerazione sul servizio di raccolta, che possa dare una nuova luce ai dati appena illustrati: le aree urbane delle municipalità risultano in qualche modo coperte[40], mentre per quelle rurali dipende dall'efficienza delle PUCs (e secondo quali

[33] Gvozdenovic M., Scekic J., "Characteristics of the Waste Management System in Belgrade, Serbia", 2006.
[34] Vujic G., Marinic I., Basic Dj., "Waste Separation and Recycling Methods, which are the Most Suitable for the City of Novi Sad", 2003.
[35] "Vranje Landfill Pre Feasibility Study, 2005" in "Request For Proposal for the Provision of a Feasibility Study of a Project to Jointly Manage, Process and Landfill the Waste of the Municipalities of Pčinja District South Serbia", MIR 2, 2007.
[36] "Miglioramento delle Condizioni di Gestione e Controllo delle Risorse Idriche e Ambientali nella Città di Niš, Serbia, Feasibility Study fo Waste Recycling II and III Year", Coopi, 2006.
[37] "Master Plan, Novi Pazar Municipality", Coopi, 2007.
[38] Vaccari M., Inturri S., Panizza A., Recaldini S., "Il Monitoraggio della Discarica Municipale di Zavidovici (Bosnia Erzegovina)", Atti del convegno internazionale "Università e Cooperazione Internazionale", Desenzano del Garda, 21/12/2006.
[39] Tale stima, effettuata nel dicembre 2007, utilizza il valore precedente ipotizzato da Coopi per la componente urbana perché era valutato principalmente sul servizio relativo alla città; considerando questo ultimo carente, si deve perciò considerare superiore la produzione urbana. La componente rurale è stimata sulla base di considerazioni generali, quindi indipendenti dalla qualità del servizio di raccolta.
[40] In realtà, oltre alle considerazioni precedenti riguardanti la qualità del servizio in molte municipalità, bisogna anche segnalare che alcuni quartieri non sono direttamente serviti a causa di strade troppo strette o troppo ripide e vengono posti cassonetti nelle vicinanze.

parametri un'area si possa considerare coperta) e soprattutto dallo stato delle vie di collegamento. Inoltre la copertura delle aree rurali, anche se presente, è sempre parziale ed intercetta solo una parte dei rifiuti prodotti: molte fattorie sono collegate con strade dissestate, spesso sterrate, e sono servite magari da un singolo cassonetto, svuotato settimanalmente, posto sulla strada principale a qualche chilometro di distanza. Perciò i dati basati sui volumi raccolti di rifiuti provenienti anche da aree rurali sono sicuramente ancora meno attendibili.

Ora si può provare a stimare dei coefficienti di produzione dei rifiuti (vedi tabella 6) in base alle caratteristiche del territorio sotto le seguenti ipotesi:

- Le frazioni urbane delle municipalità, se non note, vengono approssimate ai valori medi nazionali.
- Le aree rurale presentano ovunque la medesima produzione di rifiuti procapite viste le condizioni economiche genericamente simili[41].
- Le aree urbane hanno una produttività differente a seconda che la popolazione della municipalità sia superiore od inferiore ai 100.000 abitanti, basandosi sul valore calcolato per Zavidoviči. Sarajevo e Belgrado vengono considerate a parte, visto il ruolo economicamente preponderante e che da sole presentano rispettivamente il 21,3% ed il 20,2% della popolazione urbanizzata dei propri paesi[42]. Per tali città si utilizza il valore stimato dalla Strategia Nazione di Gestione dei Rifiuti della BiH leggermente corretto al ribasso.

Popolazione municipalità	Produzione rifiuti (kg/ab/giorno)		Media nazionale frazione urbana (2005)	
	area rurale	area urbana	Serbia	BiH
< 100.000	0,7	1,1	52,20%	45,70%
> 100.000	0,7	1,2		
Sarajevo	0,7	1,4	------	92,68%
Belgrado	0,7	1,4	70,17%	------

Tab.6: coefficienti di produzione di rifiuti pro capite.

[41] Tale assunzione può essere azzardata per la Vojvodina ed alcune aree bosniache vista la presenza, in questi luoghi, di un'agricoltura più produttiva. Il tenore di vita degli abitanti, però, si può considerare comunque simile, mentre i rifiuti dell'attività agricola non sono RSU, quindi non sotto la responsabilità delle PUC.

[42] "Urban and Rural Areas 2005", United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division.

Utilizzando questo modello si riescono ad interpretare in maniera accettabile i valori di quegli studi precedentemente mostrati che si caratterizzano per accuratezza (Vranje, Belgrado) o perché svolti su rifiuti raccolti, ma in aree dove il servizio è di qualità effettivamente buona (Sarajevo, Novi Sad), come è ben evidenziato in tabella 7.

Municipalità	Popolazione (abitanti)	Frazione urbana	Stima produzione (kg/ab/giorno)	Stima modello proposto (kg/ab/giorno)
Sarajevo	410.000	92,7%	1,2	1,3
Belgrado	1.576.124	70,2%	1	1,2
Niš	250.518	52,2%	0,8	1
Novi Pazar	99.664	64,7%	0,9	1
Novi Sad	299.994	52,2%	1	1
Vranje	87.288	52,2%	0,9	0,9

Tab.7: produzione di rifiuti pro capite, stime e stime del modello.

Se la stima della produzione dei rifiuti è stata complessa e laboriosa, quella della loro analisi merceologica è, se possibile, ancora peggio. È presumibile che la composizione sia differente tra aree rurali ed urbane, ma in questo caso l'assoluta mancanza di analisi a riguardo impedisce qualsiasi considerazione. Valutando ciò che si ha a disposizione, valgono le medesime osservazioni metodologiche già espresse, in particolare per Modriča (RANSMO) cioè che, aumentando la frequenza del servizio, aumenta la quantità raccolta, modificando sensibilmente la composizione. Inoltre da studio a studio variano le classi considerate, soprattutto per inerti, tessili, ceneri ed "altro". In particolare quando quest'ultima voce risulta molto alta (superiore al 10 %) c'è il forte sospetto che sia, in realtà, quasi completamente composta da materiale organico, non considerato tale dagli analizzatori; assumendo questa ipotesi, i dati di tabella 4 risulterebbero più accettabili, anche se con punte inaspettate e poco credibili di alcuni materiali. Anche le ceneri, se non esplicitate come classe a parte, finiscono in "altro", diventando molto significative per analisi effetuate in inverno in municipalità con riscaldamento a carbone o legna.

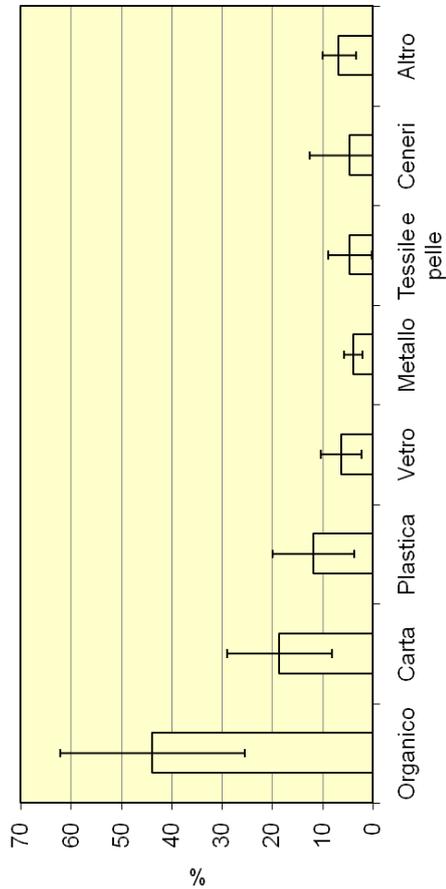
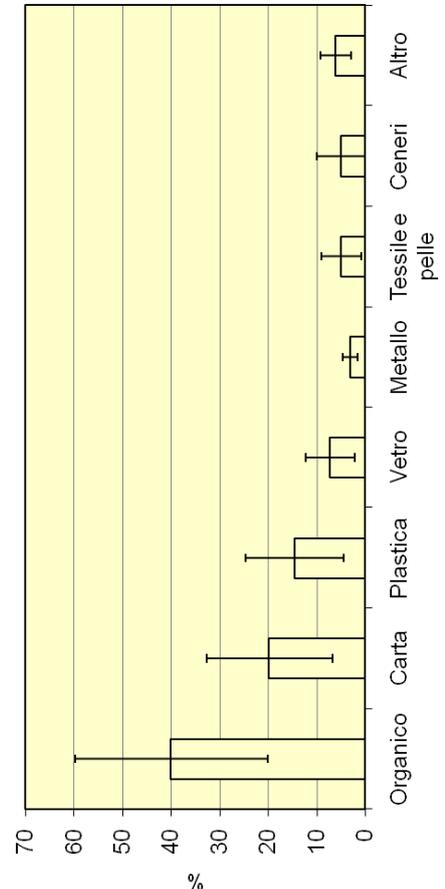
Per sopperire alle diverse metodologie di analisi, si effettuano le seguenti modifiche, ottenendo le medie espresse in tabella 8 e figura 1,2,3 e 4 (i dati sono riportati nell'allegato 2):

- se "altro" comprende anche le ceneri, il riscaldamento è a carbone o legna e si hanno a disposizione più dati stagionali, assume in inverno il valore estivo ed il rimanente va in "ceneri";

- se “altro” supera il 10 %, si considera uguale al 10 % ed il resto va in “organico”;
- in caso di diversi studi per la medesima località, per i calcoli si assume un valore medio.

	% Organico	% Carta	% Plastica	% Vetro	% Metallo	% Tessile e pelle	% Ceneri	% Altro
MEDIA GLOBALE								
Media	43,8	18,5	11,8	6,3	3,8	4,6	4,5	6,7
Dev.St.	18,32	10,45	8,13	4,01	1,83	4,27	8,07	3,34
Belgrado e Sarajevo								
Media	46,8	21,5	8,8	7	5,3	0,8	0	10
Dev.St.	1,06	6,36	6,01	1,41	1,06	----	----	0
Municipalità sotto i 100.000 abitanti								
Media	39,9	19,7	14,5	7,1	3	4,9	4,8	6,1
Dev.St.	19,9	13,02	10,15	5,05	1,57	4,19	5,15	3,2
Municipalità sopra i 100.000 abitanti								
Media	48,7	15,7	8,7	4,8	4,5	5,4	5,6	6,6
Dev.St.	19,52	7,39	3,37	2,53	2,01	4,84	12,49	3,76

Tab.8: stime delle analisi merceologiche in base ai dati raccolti.

Figura 1: Composizione del rifiuto globale
%
70
60
50
40
30
20
10
0
Organico
Carta
Plastica
Vetro
Metallo
Tessile e pelle
Ceneri
Altro
Figura 2: Composizione del rifiuto per Belgrado e Sarajevo
%
60
50
40
30
20
10
0
Organico
Carta
Plastica
Vetro
Metallo
Tessile e pelle
Ceneri
Altro
Figura 3: Composizione del rifiuto per Municipalità sotto i 100.000 abitanti
%
70
60
50
40
30
20
10
0
Organico
Carta
Plastica
Vetro
Metallo
Tessile e pelle
Ceneri
Altro
Figura 4: Composizione del rifiuto per Municipalità sopra i 100.000 abitanti
%
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Organico
Carta
Plastica
Vetro
Metallo
Tessile e pelle
Ceneri
Altro

Alla luce delle elaborazioni ottenute, pare doveroso sottolineare la grande variabilità dei dati, in particolare per le componenti presenti in quantità minore. Naturalmente la classe "ceneri" è la più variabile, come era prevedibile visto il diverso sistema di riscaldamento adottato nelle varie municipalità; oltretutto non tutte le analisi considerano questa voce, costringendo a prenderla uguale a zero per uniformare i dati per i calcoli delle medie. Altre variazioni sono dovute alla particolare vocazione economica dell'area: per esempio a Novi Pazar è molto florida l'industria della lavorazione della pelle, motivando l'alta percentuale della relativa componente. Ciò che risulta completamente inatteso è il fatto che la percentuale di rifiuto organico sia direttamente proporzionale al numero di abitanti (e per il nostro contesto, al livello economico della popolazione), dato assolutamente in contrasto con tutti gli studi riguardanti sviluppo economico e produzione di rifiuti. Una possibile interpretazione è sicuramente legata all'accuratezza degli studi effettuati, al fatto che si indagasse il rifiuto raccolto e non quello realmente prodotto e soprattutto che le analisi in aree meno popolose e meno importanti siano state condotte in modo più grossolano. Vista la variabilità dei risultati ottenuti, per l'analisi merceologica la divisione delle municipalità nei 3 casi pare non necessaria.

È interessante confrontare la situazione con le tabella 9 e 10 che considerano i paesi a basso, medio ed alto reddito in base agli studi di Sandra Cointreau, Solid Waste Management Advisor della Banca Mondiale.

	Paesi ad alto reddito	**Paesi a medio reddito**	**Paesi a basso reddito**
GDP ($/abitante/anno)	> 9.206	745 – 9.206	< 745
Produzione rifiuti (kg/abitante/giorno)	Fino a 5	0,5 - 1,1	0,4 - 0,9
Organico	27,8 %	57,6 %	41,0 %
Carta	36,0 %	14,9 %	4,6 %
Plastica	9,4 %	10,9 %	3,8 %
Vetro	6,7 %	2,4 %	2,1 %
Metallo	7,7 %	3,1 %	1,0 %
Altro	12,4 %	11,1 %	47,5 %

Tab.9: produzione di rifiuti e merceologia da dati della Banca Mondiale (pubblicazioni della serie "What a Waste", con adattamenti da Cointreau S., "Environmental Management of Urban Solid Waste in Developing Countries: a Project guide", 1982).

	Paesi ad alto reddito	Paesi a medio reddito	Paesi a basso reddito
GDP ($/abitante/anno)	34.500	2.833	583
Popolazione	1 miliardo	3 miliardi	2,4 miliardi
% abitanti urbani che vivono in slums	----	30%	65%
Produzione rifiuti (kg/abitante/giorno)	1,4	0,8	0,6
% riciclabile	45	25	15
% compostabile	35	50	60
% umidità	25	50	60
Rifiuti pericolosi smaltiti	quasi tutti	una parte	pochi
% raccolta	100	60	40
% smaltita in maniera adeguata	100	30	5

Tab.10: produzione di rifiuti e merceologia da Cointreau S., "The Growing Complexities and Challenges of Solid Waste Management In Developing Countries", 2007.

Da tali studi si può apprezzare come la situazione sia variata nell'arco di 20 anni di analisi e raccolte dati (ma molti considerano ancora i risultati del 1982), in particolare nelle percentuali di materiali riciclabili (carta + plastica + vetro + metallo). Bosnia Erzegovina e Serbia ricadono sicuramente nella classe a medio reddito e si scosta dal modello del 1982 in quasi tutte le frazioni, mentre ricalcano abbastanza fedelmente quello più recente, mantenendo comunque alcune particolarità: essendo paesi che in passato avevano conosciuto un tenore di vita considerevole ed in linea con il contesto europeo, presentano una percentuale di riciclabili maggiore di quello atteso e, per motivi culturali, non esistono slums (o comunque i sobborghi sono molti differenti da quelli brasiliani o indiani); per l'umidità non si hanno, invece, dati a riguardo. Una chiave di lettura delle differenze potrebbe consistere nella particolare storia di questi paesi che li sta portando a vivere una sorta di "ri-sviluppo", inevitabilmente differente dal tipo di sviluppo economico dei paesi emergenti o, in generale, degli altri a medio reddito considerati dagli studi della Banca Mondiale.

Anche per questo sarebbero necessari studi più approfonditi atti a delineare chiaramente la situazione, creando magari una nuova sottoclasse, possibilmente basata proprio sui paesi balcanici e sulle loro peculiarità.

2.4 Il sistema di raccolta

Il sistema di raccolta degli RSU è affidato quasi ovunque alle PUCs incaricate, che lo gestiscono con forti influenze politiche. Oltre a questa criticità già trattata, se ne evidenziano altre, parzialmente anticipate e qui meglio definite, soprattutto in termini quantitativi.
È da evidenziare che quando si parla di raccolta di rifiuti si intende un sistema di raccolta a cassonetti senza separazione primaria; infatti non sono note esperienze di raccolta porta a porta organizzata, mentre ci sono diversi casi di raccolte differenziate aggiuntive, ma non ancora diffuse in modo sistematico.

2.4.1 Il servizio di raccolta del rifiuto indifferenziato oggi

Il primo aspetto da trattare per la raccolta del rifiuto indifferenziato è sicuramente la percentuale della popolazione che può usufruire del servizio. Infatti a prescindere dalla qualità dello stesso, se intere aree risultano scoperte, allora esse presenteranno inevitabilmente discariche abusive, con relativi danni ambientali.
La Strategia Nazionale serba riportava nel 2003 che circa il 60-70% degli abitanti poteva fruire di una regolare raccolta di rifiuti, ma segnalava anche una forte differenza tra zona e zona ed una forte difficoltà ad ottenere informazioni dalle PUCs[43]. Dalla Strategia bosniaca del 2000 si evince, sulla base delle municipalità che hanno fornito dati a riguardo, che la percentuale era del 45%.
Dai dati consultati si può invece affermare che le aree urbane sono ovunque generalmente coperte, mentre per quelle extraurbane il discorso è più complesso. Nel primo caso il servizio trova difficoltà per le zone non raggiungibili dai mezzi di raccolta (strade troppo strette o in condizioni inadeguate), mentre nel secondo vale il discorso relativo al considerare coperte ampie aree collegate da strade secondarie data la presenza di un singolo cassonetto posto a chilometri di distanza sulla via principale. Sorvolando su questo aspetto, si può dire che adesso le PUCs coprono, in media, il 67% della propria popolazione, valore che sale al 79% considerando gli abitanti totali considerati. Questo perché, come mostra la tabella 11, le città e

[43] La maggior parte delle PUCs non possiede sistemi di pesatura dei rifiuti raccolti e nel caso, peraltro raro, che compilino un registro a riguardo, esso si deve per forza basare su stime volumetriche. Bisogna però segnalare che gli incaricati di alcune PUCs non hanno neanche un'idea approssimativa del volume raccolto, visto che forniscono dati contraddittori e palesemente impossibili. Tutto ciò sconsiglia di fare troppo affidamento su dati forniti dalle PUCs.

quindi le zone a più alta densità abitativa sono completamente coperte, mentre per le municipalità più piccole già la semplice estensione del servizio di raccolta è un'importante criticità; infatti è molto facile imbattersi in rive di splendidi fiumi letteralmente coperte da rifiuti di ogni genere, prati coperti da imballaggi trascinati dalle acque tracimate o sparsi come concime insieme all'organico e boschetti trasformati in discariche abusive.

	Numero di municipalità	Popolazione totale	Media di pop. coperta	Pop. coperta / Pop. totale
< 100.000	37	1.091.464	52%	54%
> 100.000	5	1.013.405	85%	90%
Sarajevo	9	410.000	95%	95%
Belgrado	16	1.576.124	84%	84%
Totale	67	4.090.993	68%	78%

Tab.11: popolazione coperta dal servizio di raccolta di rifiuto indifferenziato.

Il servizio viene erogato utilizzando diverse tipologie di contenitori. Solitamente i palazzi, gli edifici pubblici ed altre attività utilizzano container aperti da 3 o 5 m^3 o chiusi da 1,1 m^3, mentre le utenze singole adoperano bidoni di varie dimensioni (80, 100, 120, 140 e 240 litri[44]). Questi ultimi sono forniti solo in piccola parte dalla PUC, quindi le famiglie a volte pongono direttamente i sacchi di rifiuti a bordo strada. La raccolta in tali zone può sembrare porta a porta ma, in realtà, gli operatori prelevano semplicemente tutto quello che incontrano nei loro giri. Questi ultimi spesso non sono neanche ben organizzati, cioè viene soltanto indicativamente definita la zona da servire, e quindi anche la durata risulta variabile. Pure lo stato dei contenitori è spesso inadeguato: l'età, gli sbalzi di temperatura, gli eventi atmosferici, l'incuria degli abitanti, atti di vandalismo ed una qualità del materiale dei cassonetti non sempre eccelsa fanno sì che molti siano danneggiati, se non proprio inutilizzabili. Nelle aree dove il riscaldamento è a carbone o legna vengono svuotate le ceneri roventi direttamente nei contenitori, provocando shock termici ed incendi che li danneggiano fortemente. Ci sono diverse aree dove l'incendio dei rifiuti nei contenitori è addirittura pratica diffusa e voluta, finalizzata a ridurre il volume da smaltire ed i cattivi odori ed evitare la presenza di roditori ed altri animali. La grande varietà di contenitori o addirittura la loro mancanza, insieme alle cattive condizioni, provoca inevitabilmente difficoltà a svolgere bene le operazioni di svuotamento, contribuendo anche a sporcare strade e marciapiedi. Anche i cassonetti stradali sono spesso carenti e di varie dimensioni, contribuendo ad un livello di

[44] La grande varietà di contenitori in molti luoghi è dovuta alle diverse donazioni effettuate da aziende ed organizzazioni internazionali: ogni volta veniva fornito qualcosa di differente, magari ad una singola area o in un numero abbastanza limitato, contribuendo a rendere più variegato il contesto locale.

pulizia delle strade non sempre ottimale. Le considerazioni precedenti non valgono però per le città più importanti (Sarajevo, Belgrado, Novi Sad, Niš, Kragujevac, etc.), dove il servizio è effettivamente organizzato e ben gestito, quantomeno nelle aree principali.

Un altro aspetto davvero critico sono i mezzi con cui vengono effettuate le operazioni di svuotamento dei cassonetti e di raccolta dei rifiuti. Innanzitutto il numero e la tipologia sono spesso insufficienti sia per coprire tutta la municipalità, sia per garantire un buon servizio: mancano mezzi per raggiungere le zone in collina o collegate tramite vie strette e ripide, non sono abbastanza per giri sufficientemente frequenti e molti non hanno meccanismi di sollevamento dei cassonetti e di compattamento dei rifiuti o non sono funzionanti. Anche lo stato dei mezzi risulta critico, contribuendo pesantemente al calare della qualità del servizio: l'età eccessiva[45], la mancanza o l'inadeguatezza di centri di riparazione e di ricovero e le condizioni operative difficili (freddo, strade spesso dissestate, uso continuo e a volte anche improprio dei veicoli) costringono molti mezzi all'inoperosità o a riparazioni continue e spesso parziali. Nel corso di interviste ad operatori, proprio la necessità di mezzi è risultata la criticità maggiore in questo ambito, seguita dall'ammodernamento degli stessi e dalla costruzioni di centrali operative attrezzate (ricovero ed officina). Alcune municipalità, soprattutto di piccole dimensioni, sono invece felici eccezioni da questo punto di vista, soprattutto grazie a donazioni di organizzazioni internazionali che hanno fornito loro alcuni nuovi veicoli e provveduto ai lavori di realizzazioni di centrali operative adeguate[46]. Anche in questo caso la situazione nelle grandi città è notevolmente migliore.

Un ultimo aspetto rilevante è come gli operatori svolgono il loro lavoro: carenza di equipaggiamento e cattive condizioni dello stesso, paghe basse e non puntuali, scarso riconoscimento del loro operato e coinvolgimento nullo fanno sì che la motivazione e l'impegno non siano proprio esemplari. Bisogna però notare che anche nelle condizioni più difficili riescono comunque a far muovere i mezzi, tentando lo stesso di erogare il servizio. Purtroppo la continua situazione di emergenza non aiuta gli operatori a crescere professionalmente, congelando un contesto che evidenzia mancanza di competenza, formazione ed organizzazione.

---

[45] A Novi Pazar l'età media dei mezzi è di 15,4 anni, a Tutin 18, in varie zone della BiH varia da 10 a 15 anni.

[46] Un esempio è Raška che ha ricevuto donazioni da Mercy Corps. Altre organizzazioni o agenzie molto attive in questo senso sono EAR, USAID, GTZ e SIDA.

Fig.5-12: immagini da Novi Pazar, 2007.

2.4.2 La raccolta differenziata

Con tale termine si intende la raccolta differenziata alla fonte di alcune tipologie di rifiuti, effettuata in modo organizzato; quasi ovunque è gestita dalle PUCs. Trascurando l'operato degli scrap collectors, già citati in precedenza, l'unica alternativa, peraltro poco diffusa, è la presenza di società che organizzano, con il benestare della municipalità, una raccolta parallela di una particolare tipologia di rifiuti. Tale attività viene portata avanti distribuendo appositi contenitori, principalmente ad imprese, uffici ed istituzioni, ma a volte anche in alcune aree della città[47], e svolgendo operazioni di svuotamento. La frequenza di svuotamento può essere definita o, più facilmente, dipendente dalla quantità raccolta, segnalata dagli stessi utenti che utilizzano i contenitori. Visto il carattere completamente privato di questa attività, si deduce che è sicuramente vantaggiosa da un punto di vista economico; addirittura il vantaggio è tale che ci si è spinti ad organizzare un apposito servizio di raccolta aggiuntivo autonomo per aumentare la quantità di materia prima secondaria da processare, non accontentandosi di quello già fornito da altri soggetti. Il volume ed il valore dei materiali raccolti giustificano quindi i costi dei cassonetti, dei mezzi di raccolta e degli operatori, suggerendo che tale esempio, anche in Bosnia Erzegovina e Serbia, possa essere vantaggiosamente seguito dalle PUCs, che potrebbero, oltretutto, integrarlo nel sistema di gestione dei rifiuti.

Infatti molte municipalità hanno intrapreso questa strada da più o meno tempo, come raccolta aggiuntiva però, soprattutto grazie agli aiuti di organizzazioni internazionali e con molteplici obiettivi, tra cui i principali sono: ridurre il volume dei rifiuti da conferire in discarica, allungare la durata della stessa e migliorare il bilancio vendendo i riciclabili raccolti.

I materiali più raccolti, nonché i più remunerativi, sono plastica (in particolare PET) e carta, mentre il metallo è recuperato soprattutto da privati[48] ed il vetro presenta principalmente qualche esperienza di vuoto a rendere, vista la carenza di riciclatori. Stime generali sui materiali raccolti dalle PUCs sono molto difficili, ma si hanno degli esempi legati a determinate località, presentati di seguito.

---

[47] È il caso della cartiera Komuna a Skopje, Macedonia, che gestisce la raccolta della carta nel centro della città. Un'esperienza simile si sta diffondendo in alcune municipalità attorno a Tuzla grazie agli sforzi organizzativi e all'attività di sensibilizzazione promossi dall'ong italiana CISP insieme ad associazioni locali; attualmente il servizio copre solo alcune scuole, che fungono però anche da punti di raccolta materiale per molte famiglie.

[48] Nei Balcani le lattine per bibite non sono molto diffuse, sostituite praticamente ovunque da bottiglie di PET; sono sì presenti latte, ma di forma molto varia.

Sarajevo[49]

È presente un sistema di raccolta che impiega 426 cassonetti da 1,1 m^3 e 124 bidoni da 240 litri, concentrati principalmente in alcuni quartieri che fungono da aree pilota. I cassonetti si differenziano da quelli in uso per il rifiuto generico per il colore, blu o giallo, e per l'apertura specifica per la tipologia raccolta (carta e cartone il primo tipo, imballaggi e lattine il secondo) e sono posizionati in gruppi di alcune unità coperti da tettoie, formando stazioni di raccolta. I bidoni hanno un terzo colore, il nero, per gli altri riciclabili. Oltre ai quartieri residenziali, il servizio copre anche 32 scuole elementari ed è previsto che ogni anno si aggiungano 50 nuove stazioni di raccolta.

I riciclabili raccolti vengono quindi portati ad un'apposita stazione di selezione dove si rompono meccanicamente i sacchi e quindi si applica una selezione manuale prima di compattare e spedire il materiale. Vista la necessità di eliminare i materiali estranei raccolti, i camion raccoglitori non sono compattatori.

Belgrado[50]

Il sistema è simile a Sarajevo, ma più radicato e meglio diffuso. Nel 2000 le quantità raccolte sono state: plastica 1.221 t; carta 124 t; vetro 281 t, alluminio 34 t; rame 16 t. Sono stati recuperati inoltre, con un diverso sistema di intercettazione: gomma 515 t; tessile 97 t; riciclabili non metallici 168 t; legno 2.105 t e rifiuti animali 16.534 t.

Niš[51]

Il sistema, introdotto con la collaborazione dell'ong italiana Coopi, raccoglie PET tramite 200 cassonetti da 1,1 m^3 svuotati manualmente da 2 operatori. È stato poi adibito un centro di raccolta dove 4 lavoratori suddividono il materiale in base al colore, lo triturano e lo imballano. In un mese vengono così precessate 6-7 tonnellate di PET, circa l'1,7% del rifiuto totale e il 10% del PET globalmente raccolto (raccolta differenziata + raccolta indifferenziata).

Paračin

Anche se il servizio copre solo il 45 % degli abitanti, è comunque presente un progetto pilota per la raccolta differenziata di PET che utilizza 40 gabbie da 1x1x1,5 m. Lo svuotamente è

[49] Dal sito dell'ong ambientalista sarajevita Ekotim: http://www.ekotim.net.
[50] "State of the Environment Report", Serbia, 2000.
[51] Questa e le successive località da: "Master Plan, Novi Pazar Municipality", Coopi, 2007.

settimanale ed il riciclabile è conferito ad un centro di raccolta per separazione e triturazione. In tal modo si riesce a recuperare lo 0,65 - 1 % del rifiuto globalmente raccolto.

Gornji Milanovac

Anche in questa piccola municipalità di 25.000 abitanti è presente un sistema di raccolta differenziata che, anzi, presenta punte di eccellenza. Infatti oltre ad essere presenti 200 cassonetti per la carta e 140 per il PET, sempre da 1,1 m^3, vengono anche distribuiti sacchi blu e gialli agli abitanti per una raccolta porta a porta con frequenza bisettimanale. Il materiale raccolto non viene nè triturato nè imballato, ma conferito direttamente alla compagnia riciclatrice. In tal modo la quantità raccolta è in continua crescita, passando da 59 tonnellate di carta e 14,5 di PET tra agosto dicembre 2006, a reciprocamente 70 e 20 tonnellate tra gennaio e maggio, cioè l’1,7 % del rifiuto globalmente raccolto[52].

Kragujevac

In questa grossa città, 180.000 abitanti, sono invece presenti 180 cassonetti da 1,1 m^3 ed alcune gabbie da 2,5 m^3, entrambe destinate a raccogliere PET; il materiale viene quindi diviso, triturato ed imballato. Nel 2006 sono state recuperate 70 tonnellate, mentre tra gennaio e maggio 2007 erano 30. È prevista l’istallazione di 100 cassonetti per intraprendere anche la raccolta di carta e cartone.

Novi Pazar

Grazie alla collaborazione dell’ong italiana Coopi, la PUC locale Čistoča ha impiantato un sistema di raccolta di carta e cartone tramite l’utilizzo di 50 cassonetti da 1,1 m3 (45 in uso e 5 di riserva), 5 gabbie da 3 m3 per utenze commerciali industriali e l’utilizzo di un autocompattatore da 5 m3 a sollevamento posteriore. I giri di svuotamento, definiti preventimamente, sono stati resi più frequenti a causa del riempimento troppo rapido dei contenitori, sintomo di un’ottima risposta da parte della popolazione. Infatti il riciclabile recuperato presenta poco materiale indesiderato e nei primi 2 mesi, per un totale di 21 giorni lavorativi, sono state preparate 23 tonnellate per la vendita[53]. È stato anche preparato un progetto pilota per la raccolta del PET, ma tutto è bloccato in attesa di fondi.

---

[52] Proiettando l’ultimo valore di raccolta sui 12 mesi ed ipotizzando una densità di 200 kg/m^3.

[53] I primi due mesi di attività sono stati caratterizzati da alcuni problemi tecnici, dalle vacanze (il periodo era dicembre 2006 e gennaio 2007) e da un lungo sciopero dei lavoratori. È stato comunque raccolto materiale sufficiente per realizzare 57 balle da circa 1 m^3 ciascuno.

La raccolta differenziata è presente anche in molte altre municipalità (Tuzla, Zenica, Čačak, Raška, Tutin...), ma sempre con il medesimo schema e localizzata nei principali quartieri residenziali e nei maggiori agglomerati commerciali industriali.
I risultati in tale ambito sono incoraggianti, fatto che gratifica gli sforzi delle PUCs. Infatti l'introduzione e la diffusione della raccolta differenziata è considerata praticamente ovunque prioritaria, con l'obiettivo principale di migliorare i bilanci economici. Purtroppo la realtà è che per introdurla e diffonderla sono richiesti investimenti cospicui per acquistare cassonetti e mezzi appropriati, non pensando mai a soluzioni alternative più economiche o ad un'integrazione reale nel sistema. Inoltre le complicazioni logistiche, gestionali e legate alla manutenzione dei cassonetti, che rischiano di essere soggetti ad atti di vandalismo, e l'organizzazione delle necessarie campagne di sensibilizzazione sono tutti ostacoli contro cui si devono confrontare e spesso si schiantano le PUCs. Con queste premesse la situazione pare migliorabile solo in tempi molto lunghi o a seguito di un forte intervento da parte di agenti esterni come investitori privati stranieri o finanziamenti a fondo perduto da parte di organizzazioni internazionali.

2.5 Lo smaltimento ed il recupero di materia

Le modalità di trattamento ed il luogo di conferimento finale dei rifiuti sono sicuramente i punti più critici del sistema dal punto di vista ambientale. Infatti pratiche non idonee provocano la generazione e la diffusione di inquinanti, facilitando anche l'insorgere di malattie. Considerando le carenze del sistema di raccolta, si è sottolineato che solo una parte dei rifiuti generali viene effettivamente intercettata e tale aliquota addirittura si annulla in molte zone rurali. Tutti questi materiali trovano luoghi di conferimento inadeguati, a volte casuali, a volte determinati da prassi consolidate negli anni. Boschi, prati, paludi, cave, rive di fiumi e di laghi diventano discariche abusive (dumpsite) di dimensioni e tempo di vita molto variabili. Infatti possono accogliere qualche sacco di rifiuti oppure diventare un vero e proprio punto di raccolta per l'immondizia di un villaggio, diventandone praticamente la discarica ufficiale. Alcuni luoghi vengono periodicamente bonificati delle PUCs, che nell'arco dell'anno solitamente intraprendono alcune campagne di bonifica nei quartieri meno coperti dal loro servizio, mentre altri restano per anni soggetti agli eventi meteorici, agli animali ed alla natura, sperando che la vegetazione ricopra il tutto. Una stima del numero delle discariche

abusive è impossibile, visto che neanche le PUCs ne hanno una chiara idea, ma solitamente si dice che ce ne siano qualche centinaio in ogni municipalità. Seema Manghee, Team Leader della Banca Mondiale per progetti sulla gestione degli RSU, afferma che in BiH ce ne siano 3.000 di grandi dimensioni, mentre il numero è ancora maggiore per quelle più piccole[54].
Bisogna però segnalare che non tutti i rifiuti non raccolti arrivano direttamente in tali luoghi; una parte, infatti, viene prima bruciata, pratica molto diffusa nelle aree rurali, con forti riduzioni di volume e massa. Tale pratica se da un lato genera polveri e gas nocivi, soprattutto vista la natura eterogenea del combustibile, dall'altro sterilizza almeno parzialmente il materiale, rendendolo meno reattivo e quindi meno soggetto a fenomeni di tipo degradativo. Vista la natura incontrollata della combustione, le reazioni non sono mai complete e sebbene il materiale non sia più nelle condizioni di liberare liquido, l'acqua piovana che percola risulta contaminata e rischiosa per i corpi idrici e si possono ancora innescare reazioni con impatti nocivi.

2.5.1 Il problema delle discariche

I rifiuti raccolti vengono invece smaltiti in discariche riconosciute dalle PUCs (landfill), le cui condizioni non sono, però, sempre ottimali. Infatti soltanto alcune discariche possono considerarsi controllate (sanitary landfill), con sistemi di captazione e trattamento di percolato e biogas. Tutte le altre sono semplicemente luoghi riconosciuti per conferire rifiuti, ma che addirittura non sempre presentano recinzioni e personale di guardia, spesso non controllano chi conferisce i rifiuti e soprattutto cosa viene scaricato ed ancora non vengono assolutamente monitorati gli impatti ambientali.
Per la Bosnia Erzegovina non si hanno dati generali ufficiali, mentre in Serbia viene dichiarata l'esistenza di 163 discariche[55], la Strategia Nazionale ne considerava 180 nel 2003, tutte per smaltire RSU. Di queste solo 58 sono recintate, mentre 61 hanno una baracca per un eventuale guardiano. 34 hanno allacciamento elettrico, 113 sono collegate con le strade principali con vie asfaltate e 48 hanno effettivamente delle strade interne; 124 livellano i rifiuti, mentre solo 83 li compattano. Ma è preoccupante che soltanto 6 abbiamo una pesa per camion, 12 un sistema di captazione del biogas e 30 un sistema di drenaggio per il percolato.

---

[54] Manghee S., "Bosnia and Herzegovina: Social Issues and Social Assessments", Seminar on Solid Waste Primers and Lessons Learned from World Bank Projects, 7/3/2005.
[55] "Statistical Yearbook of the Republic of Serbia 2007".

Di queste ultime, solo 17 raccolgono le acque drenate e 7 le trattano; quali trattamenti vengano effettuati non è dato saperlo visto che si segnalano solo 3 impianti che effettuano trattamenti biologici ed 1 fisico chimici. Anche i materiali conferiti risultano di natura particolarmente eterogenea visto che si dichiara che in 52 discariche arrivino rifiuti pericolosi, in 134 elettronici, in 60 di stampo medico ed in 30 industriale e sanitario. Purtroppo si deve anche tenere in conto che questi sono dati dichiarati e che in molte discariche, non essendoci alcuna forma di controllo, non si può neanche sapere cosa effettivamente venga conferito.

Due esempi molto significativi possono essere le discariche di Novi Pazar e Raška (figure 13-16). La prima, situata in località Golo Brdo a 25 km dalla città, è stata costruita nel 2000, ma è entrata in funzione senza mai essere stata ultimata. Si sviluppa su 3 ettari per una capacità totale di progetto di 2.900.850 m^3, di cui si stima che 350.000 siano già stati occupati. Infatti non è presente nessuna pesa per camion e nonostante la presenza di una strada di accesso e di un guardiano, chiunque può venire a conferire qualsiasi rifiuto pagando una piccola tariffa. Ma ciò che è davvero preoccupante è che sorge su un versante di una montagna posto esattamente sopra una sorgente e non c'è alcun sistema di captazione del percolato. Nei progetti originali doveva essere incanalato e ricircolato a monte, ma tale parte non è mai stata ultimata, così come il sistema di captazione del biogas. Adesso i rifiuti vengono scaricati, livellati da un bulldozer e quindi fatti rotolare giù da un precipizio. Sono presenti svariati animali randagi che vivono cibandosi della componente organica e soprattutto delle carcasse di animali smaltite dai macelli. Queste ultime dovrebbero essere conferite in una fossa e coperte da calce, ma tale pratica è solo saltuariamente eseguita e limitatamente ad una parte delle carcasse. In cielo aleggiano grassi uccelli che appena possibile scendono a mangiare, mentre gli incendi in estate sono all'ordine del giorno.

La discarica di Raška presenta una situazione diversa, ma comunque allarmante. Infatti sorge a 5 km dalla città e a 3 dalle case più vicine, non presenta né recinzione né personale incaricato alla sorveglianza, né pese o registri dei volumi conferiti. Il luogo, una scarpata che finisce in una splendida vallata coperta da vegetazione, era già usato da circa 30 anni come discarica abusiva da alcuni abitanti, mentre ora l'utilizzo è diventato sistematico. Le carcasse di animali finiscono in una fossa regolarmente trattata con calce, mentre il resto viene scaricato, compresso e livellato con un trattore e quindi ricoperto con terra una volta completato uno strato; una parte dei rifiuti viene, invece, fatta direttamente rotolare giù dalla scarpata. Si nota la presenza di qualche incendio e animali che si cibano di rifiuti, in particolare maiali portati regolarmente da un pastore della zona. Da un punto di vista

idrogeologico, non sono visibili corpi idrici ed il personale della PUC ne esclude la presenza nelle immediate vicinanze, ma non sono mai stati effettuati rilevamenti né studi a riguardo.
Entrambe le discariche generano odori al limite della sopportazione anche in inverno, mentre in estate è perennemente presente una nebbiolina provocata dalle reazioni biologiche presenti.

Fig.13-16: immagini dalle discariche di Novi Pazar e Raška, 2007.

Ancora peggiore è la situazione di Sjenica nella Serbia sud occidentale che, viste le condizioni di totale malfunzionamento del servizio di raccolta, smaltisce i rifiuti come può. Infatti i mezzi sono pochi e spesso non funzionanti e di inverno la temperatura scende regolarmente

sotto i – 10 °C, rendendo impossibile il servizio per lunghi periodi. Perciò viene affittato a cadenza mensile un camion per raccogliere i rifiuti lasciati intanto per le strade e spesso bruciati dagli abitanti stessi, effettuando alcuni viaggi fino alla discarica più vicina. Le carcasse di animali dei macelli vengono invece abbandonate su un pianoro dove vengono divorate dagli animali. In tali condizioni è inevitabile che siano presenti ovunque discariche abusive.

Questi casi sono solo alcuni esempi di dove vengono effettivamente smaltiti i rifiuti in molte municipalità. Naturalmente la situazione è molto variegata e dipende dalle dimensioni della comunità, dall'efficienza della PUC e dell'area che riesce effettivamente a servire, oltre che dalla presenza in loco di siti più o meno adatti al conferimento dei rifiuti e dall'attenzione con cui questi ultimi vengono smaltiti.

Fortunatamente non tutte municipalità presentano questa condizione e le prospettive sono positive: sia in BiH sia in Serbia, le nuove discariche saranno di dimensioni maggiori e progettate per captare, raccogliere e trattare percolato e biogas, monitoreranno i rifiuti conferiti e dovranno servire aree più ampie. In passato solo Belgrado aveva discariche che servivano più municipalità ma ora, soprattutto grazie ai fondi della Comunità Europea e della Banca mondiale, di agenzie quali UNDP e dei finanziamenti statali, sono in fase di progettazione, costruzione, allargamento o messa in sicurezza discariche destinate a servire regioni intere; un esempio è quella presente a Vranje, che verrà ampliata per servire 175.000 persone con un bacino potenziale, a copertura totale del territorio, quasi doppio rispetto all'attuale e presenterà anche un centro di riciclaggio.

In Bosnia è molto attiva la Banca Mondiale che dal 2003 ha aperto una linea di credito di 18 milioni di Euro, a cui se ne sono aggiunti progressivamente altri 17, per la realizzazione delle discariche regionali. Ad ora solo alcune delle previste 12 - 16 discariche hanno effettivamente potuto accedere ai fondi, ma l'interessamento della Commissione Europea e dell'agenzia svedese di Cooperazione internazionale SIDA aprono buone possibilità di allargare ulteriormente il numero di siti coinvolti. Grazie a tali finanziamenti la discarica di Sarajevo è ora un esempio per tutti i Balcani: serve tutta la regione, circa 450.000 persone, presenta un sistema di raccolta e trattamento del percolato con membrane ad osmosi inversa, capta il biogas e lo brucia producendo energia (0,3 MW di potenza) ed ha pure un centro di riciclaggio; naturalmente è recintata ed i rifiuti conferiti vengono controllati e registrati. Considerando che fino a pochi anni fa le condizioni erano particolarmente critiche (incendi, fumo, smottamenti continui del terreno, pozze di percolato…), i risultati sono assolutamente

sorprendenti. A Banja Luka e Trebinje i lavori sono in corso, a Zenica sono terminati, mentre a Bihač non riescono a trovare un luogo adatto. Un problema simile si riscontra a Tuzla, dove i progetti ci sono, ma la popolazione del sito individuato impedisce l'inizio dei lavori. Mostar presenta, purtroppo, un caso di incuria gestionale: la discarica è stata completata da 8 anni, ma è stata abbandonata per motivi politici ed ora funziona come una discarica incontrollata.
In generale la situazione è in netto miglioramento, ma il processo è ancora lungo e saranno necessari molti anni soprattutto per chiudere le discariche abusive ora presenti, intervento comunque finanziato dalla comunità internazionale. Per evitare che se ne formino di nuove, si dovrà anche estendere il servizio a tutta la popolazione e sensibilizzarla sul fatto che lo smaltimento dei rifiuti è una pratica costosa che deve essere pagata e che l'ambiente non può essere utilizzato come ricettacolo degli scarti dell'uomo.

2.5.2 I rifiuti pericolosi

È doveroso a questo punto un accenno legato ai rifiuti pericolosi, materia davvero scottante per i Balcani. Secondo stime UN e del REC, la loro produzione pro capite si aggira attorno a 9 kg/abitante/anno per la BiH e 26 – 105 per la Serbia, arrivando a totali annuali per i due paesi rispettivamente di 34.000 tonnellate esclusi gli industriali (nel 2002) e 858.000 tonnellate (nel 2005)[56]. Tali dati non sembrano molto affidabili e ciò viene infatti segnalato negli stessi documenti ufficiali, che sottolineano la carenza di monitoraggio relativo alla loro produzione e smaltimento.
I rifiuti pericolosi di origine industriale, che dovrebbero essere smaltiti dai produttori, a volte vengono passivamente assimilati ad RSU o finiscono in fiumi o discariche abusive, diventando quindi di competenza delle PUCs che hanno a carico la bonifica di queste ultime. A questo punto vengono considerati come indifferenziati e vengono conferiti senza alcuna distinzione in discarica. Ancora sono vere e proprio bombe ambientali le vasche che accumulano da decine di anni i sottoprodotti di raffinazione del petrolio oppure gli scarti dell'industria pesante, ma la loro trattazione esula dagli obiettivi di tale tesi. È doveroso però segnalare che nella discarica di Novi Pazar ci sono mucchi di materiale industriale che andrebbero smaltiti in un sito apposito e lo stesso è riscontrabile in molti altri luoghi di conferimento.

[56] "Sustainable Consumption and Production in South East Europe and Eastern Europe, Caucasus and Central Asia, Joint UNEP-EEA Report on the Opportunities and Lessons Learned", UNEP e EEA, 2007.

Altri rifiuti pericolosi impropriamente raccolti dalle PUCs sono principalmente quelli sanitari prodotti da ospedali e cliniche (siringhe, borse di sangue, materiale radioattivo per radiografie…) e le batterie delle automobili. Tutto viene smaltito quasi ovunque in discarica senza alcuna distinzione dagli RSU, con i relativi rischi ambientali. Fortunatamente alcuni ospedali come i due di Sarajevo, quelli di Belgrado e diversi nelle maggiori città hanno dei piccoli inceneritori o comunque trattamenti di disinfezione per inertizzare almeno i loro rifiuti pericolosi. In alcuni luoghi, le batterie vengono invece vendute e riciclate.
Di competenza delle PUCs sono invece gli RSU pericolosi, quali le batterie scariche ed i medicinali scaduti, nella pratica raccolti e smaltiti senza alcuna distinzione. Anche in questo caso si segnalano in passato iniziative locali di raccolta dei medicinali scaduti per poi inviarli per un adeguato smaltimento all’estero, come fece il cantone di Tuzla che raccolse in pochi mesi 46 tonnellate di farmaci scaduti e le inviò in Germania per l’incenerimento.
Una menzione a parte meritano i rifiuti dei macelli quali carcasse, sangue e parti di animali, prodotti in grande quantità vista la dieta locale ricca di carne. Essi vengono raccolti dalle PUCs o direttamente conferiti in discarica dai macelli, ma al più vengono posizionati in una buca a parte e cosparsi da calce. Tale trattamento, temporaneo e spesso trascurato, non impedisce la presenza di roditori e di animali ed il forte rischio di diffusione di malattie.
In termini generali i rifiuti pericolosi sono un serio problema e coinvolgerebbero anche le PUCs, ma l’opinione pubblica ignora la criticità della situazione focalizzandosi soltanto sull’attuale gestione degli RSU. Sicuramente ogni intervento a riguardo sarebbe molto costoso e complesso, soprattutto vista la necessità di adeguare tutto il sistema (raccolta, trasporto, appropriato smaltimento, monitoraggio), ma appare doveroso e necessario che la situazione migliori in tempi brevi.

2.5.3 Il riciclaggio

Il recupero di materia della frazione riciclabile secca del rifiuto è abbastanza diffuso nel contesto balcanico, mosso da spinte puramente economiche e slegato da ogni forma di incentivazione. Infatti tale settore industriale, già presente al tempo della Jugoslavia, ha conosciuto un enorme sviluppo favorito dall’abbondanza di materiale, una forte domanda, per alcuni materiali soprattutto estera, ed un costo di approvvigionamento molto basso. Infatti la presenza di molte persone disposte a diventare scrap collectors, quindi senza alcun contratto e

pagate a prezzo di mercato, e soprattutto di molto materiale facilmente recuperabile in grande concentrazione nelle discariche abusive, ha spinto molti privati ad occupare vari anelli della catena del riciclaggio. La presenza in loco di alcune industrie capaci di utilizzare materie prime secondarie, quali cartiere ed acciaierie, ha favorito in particolare lo sviluppo di iniziative individuali di raccolta, mentre l'elevato prezzo pagato da compratori esteri per alcuni riciclabili ha facilitato il sorgere di intermediari e piccole attività che processano parzialmente il materiale prima di spedirlo per incrementarne ulteriormente il valore.

Metalli ferrosi e non ferrosi, già recuperati in passato, sono regolarmente raccolti in molte aree. Anche la carta ha un buon commercio, ma in Bosnia Erzegovina l'unica cartiera è situata a Maglaj, rendendo più difficile una raccolta spontanea nelle altre zone. La plastica ha sicuramente il mercato più dinamico e in espansione, con diversi imprenditori che effettuano alcune lavorazioni (selezione, triturazione, lavaggio e macinazione) prima di vendere soprattutto all'estero, anche in Cina. Il vetro presenta poche aziende interessate a raccoglierlo e processarlo, ma è ancora diffuso il vuoto a rendere, in particolare per alcune birre locali. In generale il riciclaggio è presente ed in potenza potrebbe riguardare quasi tutte le aree del paese, ma in alcune fatica a diffondersi spontaneamente per la mancanza di punti di ricezione. Ancora è quasi assente qualsiasi forma di collaborazione tra le varie PUCs e tra le PUCs e le società che lavorano nel riciclaggio, anche se ultimamente, grazie a programmi nazionali e finanziamenti internazionali, sono in atto campagne di sensibilizzazione che coinvolgono diverse municipalità. Inoltre si nota che appena una municipalità inizia a raccogliere materie prime secondarie, come è il caso di Novi Pazar, subito la voce circola e molte aziende si informano, denotando un mercato molto attivo e alla ricerca di nuove materie prime. Si deve anche segnare che la situazione in Serbia è sicuramente molto più avanzata rispetto alla Bosnia Erzegovina, dove industrie ed intermediari del settore sono meno diffusi, grazie soprattutto all'assenza di divisioni amministrative troppo marcate ed una rete di collegamento stradale migliore. Le stime dei materiali processati (tabella 12) sono sicuramente poco attendibili per la BiH, ma è da sottolineare che anche i dati serbi vanno presi con cautela, vista la presenza ancora molto significativa di operatori del settore non registrati e la difficoltà a monitorare un mercato così attivo e caotico.

	BiH	**Serbia**
Materiali metallici (t)	**101.499**	**205.337**
Ferro ed acciaio non di lega	91.616	197.625
Leghe di acciaio	54	7
Rame e leghe di rame	1.380	2.108
Alluminio e leghe di alluminio	7.088	2.031
Piombo e leghe di piombo	640	2.676
Zinco e leghe di zinco	60	327
Altri metalli e loro leghe	661	563
Materiali non metallici (t)	**40.963**	**36.077**
Carta	40.627	35.093
Plastica	332	655
Organico, origine vegetale*	4	233
Gomma	0	89
Tessile	0	7

*: per la Serbia viene considerata la voce legno.

Tab.12: riciclabili processati in BiH e Serbia nel 2006, da “Statistical Yearbook of the Republic of Serbia 2007” ed “Industrial Production Bosnia and Herzegovina 2007”.

Gli intervalli dei prezzi generalmente riconosciuti in BiH e Serbia per i riciclabili normalmente raccolti sono i seguenti, considerando che i valori più alti si riferiscono a materiale qualitativamente migliore (plastica grossolanamente divisa, carta di buona qualità, etc.)[57]:

- carta e cartone: 0,04 – 0,08 €/kg;
- vetro: 0,02 €/kg;
- imballaggi in PET: 0,04 – 0,15 €/kg;
- altri materiali plastici: 0,05 €/kg;
- metalli ferrosi: 0,06 – 0,15 €/kg;
- alluminio: 0,25 €/kg.

[57] “Master Plan, Novi Pazar Municipality”, Coopi, 2007 e Shainov S., “Analysis of Market Niche, Operations and Technical Assistance Needs of Scrap Collector”, 2005.

2.5.4 Altri trattamenti

Nel panorama bosniaco e serbo non sono presenti trattamenti di rifiuti atti al recupero energetico, quali termovalorizzatori o digestori anaerobici, mentre si ritrovano inceneritori di piccole dimensioni ed altri trattamenti termici per rifiuti sanitari, ad esempio sterilizzatori, principalmente situati dentro gli ospedali e per uso interno.

Esistono invece altre esperienze di recupero di materia, in particolare organica, oltre a quelle già presentate, sviluppate soprattutto grazie a progetti di Cooperazione Internazionale finalizzati a diffondere il compostaggio. In particolare non si è a conoscenza di impianti per trattare la frazione organica raccolta, bensì di tentativi atti a diffondere il compostaggio domestico, riducendo quindi alla fonte tale frazione. Tale pratica, già diffusa in alcune aree rurali, non richiede particolari strutture e può ridurre sensibilmente proprio quella parte dell'RSU che è più problematica in casi di discariche incontrollate, in quanto più reattiva e soggetta a liberare nel tempo percolato e biogas. Queste esperienze, sviluppate soprattutto in quartieri periferici e in aree rurali, richiede degli spazi abbastanza distaccati dalle case per poter conferire il materiale senza recare disturbi olfattivi ed un impegno di gestione molto modesto. Infatti è sufficiente una semplice selezione del materiale iniziale con eventuale triturazione, un controllo periodico dell'umidità e qualche rivoltamento del tutto per poter ottenere un compost utilizzabile per usi agronomici. A seconda del tempo di maturazione si distingue in fresco (2-4 mesi), pronto (5-7 mesi) e maturo (10-12 mesi), con diversi possibili usi, ma comunque sicuro per l'ambiente e a tutti gli effetti recuperato. In particolare si è provato a diffondere l'utilizzo di composter, cioè di contenitori che possono sostituire cumuli o buche nascondendo il rifiuto, proteggendolo dalle basse temperature e dalla pioggia e permettendo una buona omogeneizzazione nonostante le quantità limitate. L'areazione risulta però limitata, rallentando le reazioni visto che devono essere aerobiche, è più difficile rivoltare il materiale ed un composter richiede comunque un investimento economico per l'acquisto. Una simile esperienza è stata sperimentata a Tuzla e in varie zone, ma risultano interessanti soprattutto gli studi del CeTAmb di Brescia, che ha svolto con le istituzioni una campagna di sensibilizzazione per introdurre il compostaggio domestico e donato 30 composter, 3 dei quali ad enti pubblici, per favorirne la diffusione[58]. Utile in particolare il

[58] Cfr. la tesi: Signori S., "La Gestione dei Rifiuti Solidi Urbano nella Città di Zavidovici (Bosnia Erzegovina): Allestimento di un Sistema di Raccolta Differenziata e Compostaggio Domestico", 2003.

monitoraggio mantenuto nel corso del tempo[59], che ha permesso di valutare l'effettivo utilizzo, le proprietà del compost ottenuto e soprattutto la percezione della popolazione, parametro poco oggettivo ma fondamentale per la diffusione di questa pratica. È stato evidenziato tramite analisi chimiche e microbiologiche di campioni che il compost prodotto non è di qualità eccelsa, soprattutto a causa della gestione non sempre rigorosa e sistematica, ma non è dannoso e tale pratica è comunque apprezzata da parte dei cittadini coinvolti. Bisogna notare che alcuni già compostavano e sarebbero necessarie ulteriori campagne di sensibilizzazione da parte della municipalità, ma ugualmente si è ridotto il volume dei rifiuti conferiti in discarica e si è iniziata a spargere la voce, come dimostrano varie famiglie che hanno chiesto informazioni.

2.6 Riassunto delle criticità individuate

Normativa:

- Incompletezza dei regolamenti applicativi delle leggi ambientali.
- Raggruppamenti di municipalità per progettare ed utilizzare impianti mancanti o non chiaramente definiti o decisi senza prendere in considerazione adeguatamente le condizioni delle stesse (vicinanza, condizione delle strade, vocazione dell'area, etc.).
- Per la Bosnia Erzegovina necessità di armonizzare e magari unificare il quadro normativo ambientale tra le Entità.
- Obiettivi UE ed in particolare: riduzione frazione biologica conferita in discarica e raccolta dei rifiuti domestici pericolosi (medicinali e batterie).
- Approccio disomogeneo delle PUCs verso le privatizzazioni e gli acquirenti stranieri.
- Diffusa opinione che normative e regolamenti siano in continua evoluzione e che i cambiamenti si possano indirizzare trascurando le attuali indicazioni.

[59] Cfr. la tesi: Panizza A., "Alternative per la Raccolta dei Rifiuti Solidi e la Bonifica dei Siti di Scarico Illegali nel Territorio di Zavidovici (Bosnia Erzegovina)", 2005.

Principali soggetti coinvolti:

- Eccessiva dipendenza delle PUCs pubbliche dalle municipalità ed intromissioni negative di queste ultime.
- Scarsa percentuale di utenze che paga la tassa sui rifiuti con conseguente bilancio negativo del servizio.
- Difficoltà economiche costringono a sforzarsi nell'erogazione del servizio, senza sviluppare nessun programma per migliorarlo.
- Carattere sommerso di una larga fetta del mercato dei riciclabili.
- Criticità delle condizioni di sopravvivenza e di lavoro degli scrap collectors.

Produzione e caratterizzazione degli RSU

- Scarsità di dati e qualità scadente degli stessi.
- Analisi effettuate sui rifiuti raccolti, non su quelli effettivamente prodotti.
- Unicità del contesto (cause storico economico culturali) che sconsiglia l'applicazione di modelli utilizzati in altri paesi a simile GDP.

Raccolta del rifiuto indifferenziato

- Popolazione non completamente coperta dal servizio di raccolta, in particolare quella rurale.
- Contenitori per conferire i rifiuti in numero insufficiente, soprattutto per le abitazioni singole, e di diverse tipologie nelle stesse municipalità.
- Servizio di raccolta disorganizzato.
- Pessime condizioni dei contenitori, in particolare a causa di ceneri roventi ed incendi.
- Mezzi insufficienti ed in condizioni inadeguate (età, manutenzione scadente).
- Inadeguatezza di ricoveri ed officine per i mezzi.
- Scarsa formazione e competenza degli operatori.
- Scarsa motivazione e partecipazione degli operatori.

Raccolta differenziata

- Attualmente raccolta solamente aggiuntiva, non realmente integrata nel sistema.
- Mancanza di mezzi economici per acquistare cassonetti e veicoli adeguati.
- Necessità di progettare adeguatamente gli aspetti logistici e gestionali della raccolta.
- Necessità di campagne di sensibilizzazione a riguardo.

Smaltimento

- Frequenti roghi di rifiuti.
- Presenza di numerose discariche abusive nelle aree meno servite, in particolare in quelle rurali.
- Mancanza di recinzioni, controlli e registri nelle discariche.
- Mancanza di raccolta e trattamento di percolato e biogas.

Rifiuti pericolosi

- Monitoraggio riguardante produzione e smaltimento molto carente.
- Rifiuti industriali pericolosi assimilati passivamente ad RSU.
- Raccolta e smaltimento come RSU di rifiuti sanitari, medicinali scaduti e batterie.
- Rifiuti da macelli smaltiti in modo non adeguato.

Riciclaggio

- Mancanza di centri di raccolta in alcune zone (eccessiva distanza degli acquirenti per sviluppare iniziative spontanee).
- Mancanza di coordinamento tra PUCs e tra PUCs ed aziende private.
- Mancanza di monitoraggio.
- Mercato in forte sviluppo, caotico, con molti aspetti informali.

Altri trattamenti

- Mancanza di esperienze a riguardo.
- Compostaggio domestico, già presente in modo molto limitato in alcuni contesti, richiede campagne di sensibilizzazione.

Capitolo 3: Analisi di alcuni interventi nel settore

La comunità internazionale è intervenuta nella gestione degli RSU di BiH e Serbia con diversi progetti, sia strategici su scala nazionale o regionale, sia infrastrutturali e di fornitura di materiali su scala locale. Questi ultimi in particolare non risultano coordinati tra loro e consistono spesso nella donazione di un mezzo e di un certo numero di contenitori, magari dietro alcune promesse da parte della PUC ricevente o secondo determinati criteri. Naturalmente il numero delle municipalità e le loro condizioni sono tali che risulta impossibile intervenire adeguatamente e puntualmente in ognuna, però ciò che lascia più perplessi è la quasi assoluta mancanza di obiettivi quantitativi di tali interventi. Vengono per esempio forniti 20 cassonetti da 5 m^3 ed un veicolo a svuotamento automatico posteriore, attrezzatura utile per introdurre la raccolta differenziata della carta, obiettivo che si considera specifico (il generale è, invece, il miglioramento delle prestazioni ambientali della municipalità o qualcosa di equivalente). Vengono quindi esplicitati i risultati attesi sempre nella stessa ottica, senza effettuare preventivi di materiale raccolto, costi di gestione relativi all'intervento e ricavi previsti a seguito della vendita del materiale. Ancora a livello ambientale non vengono quantificati i benefici indotti. Naturalmente qualcosa del genere è invece presente nei documenti strategici, anche se non sempre, dove si propongono degli interventi per rispondere alle criticità evidenziate e si prevedono in maniera molto grossolana costi e benefici a livello economico.

Queste considerazioni non sono accuse: infatti, come già accennato nei precedenti capitoli, è quasi impossibile allo stato attuale, con pochi dati, scarsi studi generali e senza una conoscenza del territorio davvero adeguata e precedente alla presentazione del progetto, preventivare gli impatti di un intervento. Ciò che invece si può ora fare è provare ad analizzare davvero gli effetti che gli interventi già realizzati hanno generato e sfruttare questa esperienza per meglio definire i nuovi.

Come strumento di valutazione è quindi necessario elaborare una scheda di analisi costi benefici che sia applicabile agli interventi effettuati e, sfruttando i medesimi parametri, ai progetti futuri, in modo da poterne stimare gli effetti. Naturalmente visto che il contesto è ampio e variegato ed i dati scarsi e non troppo attendibili, è utile che la scheda sia semplice, che richieda dati facilmente ottenibili e sia comunque generalmente applicabile ovunque, senza una casistica particolare. In tale maniera le stime non saranno sicuramente precise, ma almeno saranno possibili e potranno essere utilizzate per confronti tra i vari interventi.

3.1 Elaborazione della scheda di analisi costi benefici degli interventi

A prescindere dal tipo di progetto, i costi da sostenere sono sicuramente prevedibili, a patto di considerare una piccola quota per altre voci che possono presentarsi e la possibilità di poter eventualmente riallocare alcuni fondi. Tale necessità, causata per esempio da un diverso costo dell'equipaggiamento rispetto a quanto preventivato in precedenza, non dovrebbe comunque modificare la portata dell'intervento, eventualità comunque da escludere visto che è molto difficile ottenere aumenti di budget, e viene prevista con il termine variazione o variante dai vari finanziatori internazionali[60].

Si considera che le voci di costo economico vengano suddivise in 2 macro aree, cioè quelle di impianto, che raggruppano le spese necessarie per rendere operativo l'intervento e quindi concentrate in un momento pressoché unico, e quelle di gestione, che saranno periodiche. Tale distinguo, normalmente necessario per stilare un budget, risulta fondamentale per interventi in questo campo, che risultano in larga parte effettuati tramite donazioni internazionali o fondi statali: questi finanziamenti sono stanziati in modo da andare a coprire molti dei costi di impianto e magari parte di quelli di gestione per un determinato lasso di tempo. La sostenibilità di un intervento dipenderebbe in questo caso solo dai costi di gestione, mentre se così non fosse bisognerebbe sicuramente ottenere un prestito con un determinato tasso di interesse e prevedere un orizzonte temporale entro il quale andrebbe saldato.

Quest'ultima ipotesi è molto improbabile, visto che le PUCs hanno generalmente grossi problemi economici, con bilanci in rosso ed una forte dipendenza dalle casse delle municipalità, rendendo di fatto impossibile fornire le garanzie necessarie per ottenere un finanziamento. Potrebbero invece accedere a linee di credito specifiche aperte dalla Banca Mondiale tramite lo Stato, ma il discorso è molto complesso e successivamente sarà nuovamente ripreso.

A livello operativo sono praticamente trascurabili le voci di costo legate ad un terreno che normalmente vengono considerate: le municipalità, e quindi le PUCs, solitamente posseggono ampi terreni, magari in aree dismesse, assolutamente inutilizzati; hanno quindi tutto l'interesse a darli in uso per migliorare il servizio di raccolta dei rifiuti, soprattutto se tale miglioramento coinvolge anche il bilancio. Molti finanziatori internazionali richiedono che

[60] Anche la Cooperazione Italiana prevede la possibilità di presentare variazioni al piano finanziario a fronte del mutamento delle condizioni del contesto in cui si opera ("Progetti Promossi da ONG. Procedure di Presentazione e Gestione", Ministero degli Affari Esteri, approvata dal Comitato Direzionale con Delibera N°73 del 09/10/2006).

almeno una certa percentuale del costo dell'intervento venga coperta dal contributo della controparte locale e quindi il valore del terreno o i costi di affitto evitati possono essere considerati in tal senso, come anche gli stipendi di eventuali lavoratori riposizionati nell'azienda con un altro ruolo. Anche per questo motivo i costi legati alle campagne di lancio di un intervento possono essere eventualmente annullati, considerandole azioni di sensibilizzazione ambientale e ponendole a carico della municipalità; quest'ultima, infatti, dovrebbe provvedere a migliorare le prestazioni ambientali del proprio territorio e la modifica del sistema di gestione dei rifiuti è un ottimo spunto per aiutare e spronare le autorità a rispettare i loro doveri. I costi di smaltimento dei rifiuti possono variare da un valore prossimo allo 0, nel caso di discarica non controllata, ad almeno 20 €/tonnellata, nel caso sia controllata e costruita e gestita da privati. Nel contesto indagato è più realistica una tariffa di 15 €/tonnellata, considerando che la costruzione sia finanziata da organizzazioni internazionali (UNDP o Banca Mondiale per esempio). Tale stima andrebbe calcolata in base al volume occupato dai rifiuti compattati in discarica (€/m^3), considerando magari un rapporto di compattazione[61] di 3 - 4 a seconda dell'attrezzatura utilizzata e della presenza o meno di raccolta differenziata, ma è operativamente più semplice calcolare il costo, e quindi anche il beneficio, in base al peso; alternativamente si può considerare il valore di 10 €/m^3 di RSU compattati.

In generale in un sistema di gestione dei rifiuti e nei progetti correlati le principali voci di costo di gestione potrebbero essere riassunte in costo di raccolta, costo di trasporto e costo di smaltimento, come mostrato in tabella 1.

	Paesi a basso reddito	**Paesi a medio reddito**	**Paesi ad alto reddito**
Reddito medio da GNP ($/abitante/anno)	370	2.400	22.000
Costo di raccolta ($/t)	10 - 30	30 - 70	70 - 120
Costo di trasferimento ($/t)	3 - 8	5 - 15	15 - 20
Costo di smaltimento ($/t) (discarica controllata)	3 - 10	8 - 15	15 - 50
Costo totale ($/t)	16 - 48	43 - 100	105 - 190
Costo totale procapite ($/abitante/anno)	3 - 10	12 - 30	60 - 114
Costo come % reddito	0,7 - 2,6 %	0,5 - 1,3 %	0,2 - 0,5 %

[61] Tale coefficiente è definito come risultato del rapporto tra il peso specifico del rifiuto valutato dopo e prima della fase di compressione. Dipende naturalmente dalle caratteristiche del materiale e dell'attrezzatura utilizzata viene solitamente indicato nella descrizione delle prestazioni di autocompattatori e presse.

Discarica non controllata ($/t)	0,5 - 2	1 - 3	5 - 10
Discarica controllata ($/t)	3 - 10	8 - 15	15 - 50
Compostaggio ($/t)	5 - 20	10 - 40	20 - 60
Incenerimento ($/t)	40 - 60	30 - 80	70 - 130

Nota: i trattamenti sono riferiti ad aree con produzione di almeno 250 t/giorno, per realtà più piccole il costo sale di 2 - 5 volte.

Tab.1: prospetto globale dei costi per l'appropriata gestione dei rifiuti e tecniche di smaltimento (fonte: Cointreau S., "Occupational and Environmental Health Issues of Solid Waste Management, Special Emphasis on Middle- and Lower-Income Countries", World Bank, 2006).

I valori espressi in tabella per paesi a medio reddito si sposano bene con la situazione di BiH e Serbia, come dimostra l'esempio di Novi Pazar: il costo del servizio, comprensivo di raccolta e trasporto, ma con smaltimento praticamente gratuito, è di circa 50 €.

Le voci di costo ambientale indicano le emissioni causate dagli interventi previsti, al netto di quelle di CO_2 generate dalla degradazione totalmente aerobica dei rifiuti trattati. Queste ultime emissioni sono, infatti, inevitabili ma neanche da conteggiare visto che rientrano nel naturale ciclo del carbonio. Come unità di misura si utilizzano le tonnellate di CO_2 equivalente, cioè la quantità di anidride carbonica che avrebbe il medesimo impatto clima alterante del gas emesso considerato; per tale conversione si utilizza un coefficiente specifico per ogni gas chiamato GWP (Global Warming Potential). In pratica si considererà solo il metano emesso, visto che è l'unico generato in quantità significative, esclusa la CO_2, nelle reazioni anaerobiche e presenta un GWP pari a 21, quindi molto elevato. Infatti le sostanze contenenti carbonio organico degradabile presenti nei rifiuti, cioè verde, umido, ma anche carta, pelle e tessile, subiscono processi di tipo anaerobico in qualsiasi discarica, a prescindere dalla tipologia. Varieranno invece, a seconda delle caratteristiche di quest'ultima, della sua gestione e dell'eventuale presenza di un sistema di captazione e combustione del biogas, la produzione di biogas specifica per unità di rifiuto degradato ed relativo contenuto di metano. In particolare bruciando il biogas si ossida termicamente il metano in CO_2, con una notevole riduzione dell'impatto clima alterante. Non sono invece previste emissioni dovute ad elettricità consumata perché viene principalmente prodotta grazie all'idroelettrico. I calcoli relativi alle emissioni di CO_2 equivalente sono presentati nell'allegato 2.

I benefici sono di due tipi, cioè economici, che portano a ricavi o risparmi diretti e facilmente quantificabili, ed ambientali sanitari, molto importanti ma non facilmente stimabili e soprattutto difficili da quantificare e da confrontare con i costi sostenuti. Una chiave di lettura in tal senso potrebbe essere fornita dalle politiche di lotta ai cambiamenti climatici e quindi

stimare le tonnellate di CO_2 equivalente evitate e considerarne il valore sul Carbon Market (sia BiH sia Serbia sono membri dell'UNFCCC, hanno aderito al protocollo di Kyoto e sono considerati paesi in via di sviluppo). L'utilizzo dei meccanismi flessibili, ed in particolare del CDM, genererebbe ricavi economici tramite la vendita dei crediti di emissione, ma risulterebbe applicabile solo ad interventi con determinate caratteristiche, in particolare l'addizionalità[62] del progetto. Per tale motivo viene sì prevista una voce ad hoc, ma è difficile che venga effettivamente utilizzata per interventi nella gestione dei rifiuti, se non per la realizzazione di discariche controllate. Quindi si considereranno le emissioni evitate, ma non si monetizzeranno tali risultati.

Per la vendita dei riciclabili raccolti si considera un valore medio rispetto agli intervalli stimati nel capitolo 2, sottolineando che determinati interventi possono aumentare la qualità e quindi il prezzo di vendita.

Un altro beneficio economico che si può ottenere è legato all'evitare, in futuro, di dover provvedere a bonificare sia discariche abusive (rifiuti non raccolti dalle PUCs) sia discariche non controllate. Nel secondo caso la situazione è complessa ed i costi sono fortemente dipendenti dalle dimensioni del sito, dalle sue condizioni, dalla durata di utilizzo e dai tipi di rifiuti conferiti, ma nel primo caso è possibile stimare un costo indicativo. Infatti si calcola che sia possibile tramite scavo in situ bonificare a circa 10 – 15 €/m^3, quindi 25 – 38 €/t ipotizzando una densità di 0,4 t/m^3. Tale tecnica consiste nel sotterrare i rifiuti e quindi ricoprirli con 30 cm di argilla compattata, per ridurre il contatto con le acque piovane e quindi il percolare di contaminanti nel suolo, e con ulteriori 20 cm di terreno. Resta comunque l'incognita legata ad eventuali rifiuti pericolosi recuperati, assolutamente da smaltire in modo adeguato. L'estrarre e trasportare i rifiuti in altro luogo, invece, oltre ad essere fortemente dipendente dalle distanze, richiederebbe un costo sensibilmente più elevato, soprattutto se si utilizzasse una discarica controllata, come sarebbe auspicabile; in questo caso si arriverebbe a spendere anche 6 volte tanto[63].

---

[62] Con il termine "addizionalità" si intende che il progetto induce una riduzione delle emissioni di CO_2 equivalente dovuta ad una particolare scelta progettuale che non sarebbe economicamente giustificata per perseguire i soli obiettivi primari dello stesso. Dotare una discarica controllata, il cui obiettivo è quello di smaltire correttamente i rifiuti, di un sistema di combustione di biogas (la captazione deve essere comunque prevista per motivi di sicurezza) e magari di recupero energetico è un esempio di un aspetto progettuale aggiuntivo, non necessario, che permette di generare crediti di emissione in base alle tonnellate di CO_2 equivalente evitate.

[63] Collivignarelli C., Vaccari M., "Alternatives for the Improvement of the MSW Management in Zavidovici (Bosnia-Herzegovina)", DepoTech 2006, 22 – 24 novembre 2006: per il caso delle discariche abusive nella municipalità di Zavodiviči sono stati calcolati costi per il trattamento tramite conferimento in discarica non

I benefici ambientali, oltre a quelli relativi alle emissioni di CO_2 evitate, ed in questo caso si evidenzia il fatto che il riciclaggio viene considerato ad emissioni nulle[64], comprendono l'aumento del tempo di vita delle discariche, e quindi il posticipare la costruzione di nuove, ed il drastico calo di rischi sanitari e di contaminazione del terreno e dei corpi idrici[65].

La sostenibilità economica di un intervento, assolutamente fondamentale visto il difficile livello economico, deve essere raggiunta con almeno il pareggio tra costi di gestione e benefici economici escludendo, al più, l'affitto del terreno. In mancanza di finanziamenti a fondo perduto o a condizioni particolarmente agevolate da parte di organismi internazionali, si dovrà prevedere un tempo di ritorno degli investimenti abbastanza breve, indicativamente inferiore ai 10 anni, altrimenti le effettive possibilità di ottenere il credito necessario saranno davvero minime. L'unico caso per cui si potrebbe in teoria accettare un saldo economico negativo dell'intervento è quando si prevede di espandere il servizio. Potenzialmente tale azione dovrebbe anche aumentare i contribuenti, ma bisogna sottolineare che la raccolta delle imposte sui rifiuti è molto difficile, soprattutto se indirizzata verso coloro che non le hanno mai pagate per non aver mai usufruito del servizio. Sono diversi i casi di utenti, per esempio nelle zone rurali attorno a Sarajevo, che preferiscono provvedere personalmente allo smaltimento dei propri rifiuti piuttosto che dover pagare la tassa relativa. A ciò si aggiunge il fatto che le zone non coperte sono generalmente a bassa densità abitativa e coprirle significa fornire e svuotare cassonetti posti comunque in luoghi distanti e scomodi da raggiungere per le utenze. Per questo caso in fase di previsione del bilancio è doveroso prevedere una quota di tasse che saranno pagate, in via cautelativa, per non più del 50 %; in tale trattazione le tasse non verranno proprio considerate, utilizzando un approccio ancora più prudente.

---

controllata, controllata e scavo in situ rispettivamente di 18 €/m^3, 64 €/m^3 ed 11€/m^3; i primi due valori sono fortemente sito specifici.

[64] Si rammenti che le tonnellate di CO_2 equivalente sono calcolate in base al metano emesso. Tale emissione non è presente nelle attività di riciclaggio, anche se potrebbero esserne presenti altre, e per sottolineare il valore del recupero di materia si considera pari a zero. Tale approccio è solitamente preso in considerazione anche nei calcoli dell'impronta ecologica.

[65] A riguardo è molto interessante la già citata pubblicazione di Sandra Cointreau "Occupational and Environmental Health Issues of Solid Waste Management, Special Emphasis on Middle- and Lower-Income Countries".

COSTI

- ***Costi di impianto***
  - Terreno (in caso di acquisto)
  - Veicoli
  - Attrezzatura fissa (cassonetti, composter, macchinari, etc.)
  - Equipaggiamento degli operatori
  - Formazione
  - Altro
- ***Costi di gestione***
  - Terreno (se affittato)
  - Personale: operatori 400 €/mese, ispettori 450 €/mese, ingegneri e direttori 750 €/mese
  - Carburante: diesel 1,34 € / litro, 3,3 km / litro
  - Elettricità (se spesa significativa): 0,082 € / kWh
  - Altre spese (manutenzione+consumi): 10% costi di gestione se non specificato
  - Smaltimento in discarica: 15 €/t, 10 €/m^3 compattati
  - Costi di sensibilizzazione
- ***Costi Ambientali***
  - CO_2 equivalente prodotta da smaltimento di RSU in discarica controllata: 0,238 t CO_2e/t RSU
  - CO_2 equivalente prodotta da smaltimento di RSU in discarica non controllata: 0,704 - 0,633 - 0,792 t CO_2e/t RSU (dipende da tipo di discarica)
  - CO_2 equivalente prodotta da attività di riciclaggio: 0 t CO_2e/$t_{riciclate}$

BENEFICI

- ***Benefici economici***
  - Carburante risparmiato (per il medesimo servizio erogato)
  - Personale risparmiato
  - Vendita riciclabili: carta e cartone 0,06 €/kg, vetro 0,02 €/kg, PET 0,10 €/kg, altri materiali plastici 0,05 €/kg, metalli ferrosi 0,11 €/kg, alluminio 0,25 €/kg
  - Rifiuti smaltiti in discarica evitati
  - Pulizia di discariche abusive evitata: 10 – 15 €/m^3, 25 – 38 €/t.
  - Vendita di crediti di emissione

- ***Benefici ambientali***
  - CO_2 equivalente evitata da smaltimento in discarica controllata
  - CO_2 equivalente evitata da smaltimento in discarica non controllata
  - CO_2 equivalente evitata da conferimento rifiuti in discariche abusive 0,352 t CO_2e / t RSU
  - Aumento del tempo di vita della discarica
  - Rischi sanitari evitati
  - Rischi di contaminazione del terreno e di corpi idrici evitati

3.2 Caso di studio: intervento di modifica del servizio

Il CeTAmb di Brescia con il supporto logistico ed organizzativo dell'Ambasciata per la Democrazia Locale di Zavidoviči ha sviluppato diversi studi per la municipalità di tale città in Bosnia Erzegovina nell'arco degli ultimi anni. In particolare ha progettato un nuovo sistema di gestione dei rifiuti solidi urbani[66] che modificherebbe completamente la raccolta per migliorare le prestazioni economiche ed ambientali. La fase di progettazione è stata preceduta da diverse missioni ed attività atte a raccogliere dati, incontrare portatori di interesse locali e valutare le criticità presenti.
Attualmente la JKP (Javno Komunalno Preduzeće, termine equivalente a PUC) Radnik copre circa 16.000 utenti residenti nell'area urbana della municipalità ed in alcuni villaggi limitrofi, rispetto ai 46.000 abitanti totali. Il servizio di raccolta, trasporto e smaltimento nella vicina discarica non controllata Ekonomja si occupa di gestire circa 25.000 m^3 di RSU all'anno, comprendendo anche i rifiuti prodotti dalle piccole attività artigianali e da alcune industrie (rifiuti assimilati attivamente). La raccolta è a cassonetti stradali, utilizzandone 72 da 1,1 m^3, e 65 benne da 3 m^3, le cui condizioni sono spesso pessime a causa dell'abitudine di incendiare i rifiuti per ridurne il volume. Lo svuotamento avviene con un camion con cassone da 24 m^3 ad aggancio posteriore per i cassonetti da 1,1 m^3 ed uno per il sollevamento e trasporto delle benne fino alla discarica. Quest'ultima dista circa 2,5 km dal centro urbano ed è in uso da più di 25 anni, con una superficie di 3,5 ha e un'altezza ormai di 12 m. Non è presidiata, né munita di alcun sistema di impermeabilizzazione o captazione di emissioni liquide o gassose e

[66] Collivignarelli C., Vaccari M., Signori S., "Progettazione di un Nuovo Sistema di Gestione dei Rifiuti Solidi Urbani a Zavidoviči (Bosnia-Erzegovina)", Sostenibilità sociale delle tecnologie per l'ambiente nei Paesi emergenti, Desenzano del Garda.

sono frequenti fenomeni di autocombustione; la volumetria a disposizione sta rapidamente volgendo a termine.

Parallelamente al servizio di raccolta, è presente una vivace attività di raccolta di riciclabili effettuata da 125 famiglie della locale comunità Rom, 540 individui in totale, che recuperano carta e cartone, metalli (ferro, rame, alluminio), vetro a rendere, plastica rigida ed accumulatori esausti. Tali materiali vengono in gran parte rivenduti alla ditta locale Sloga, che funge da intermediario, acquista a peso, in assenza di alcun accordo, e rivende ad ulteriori aziende. Il flusso dei rifiuti è raffigurato in figura 1.

Il servizio di raccolta è pagato dai cittadini 0,40 €/abitante/mese, mentre gli insediamenti produttivi pagano in base alla metratura occupata. Tale sistema di tariffazione non è però in grado di coprire per intero i costi di gestione e soprattutto di migliorarne la qualità, magari estendendo l'attività anche ai villaggi circostanti.

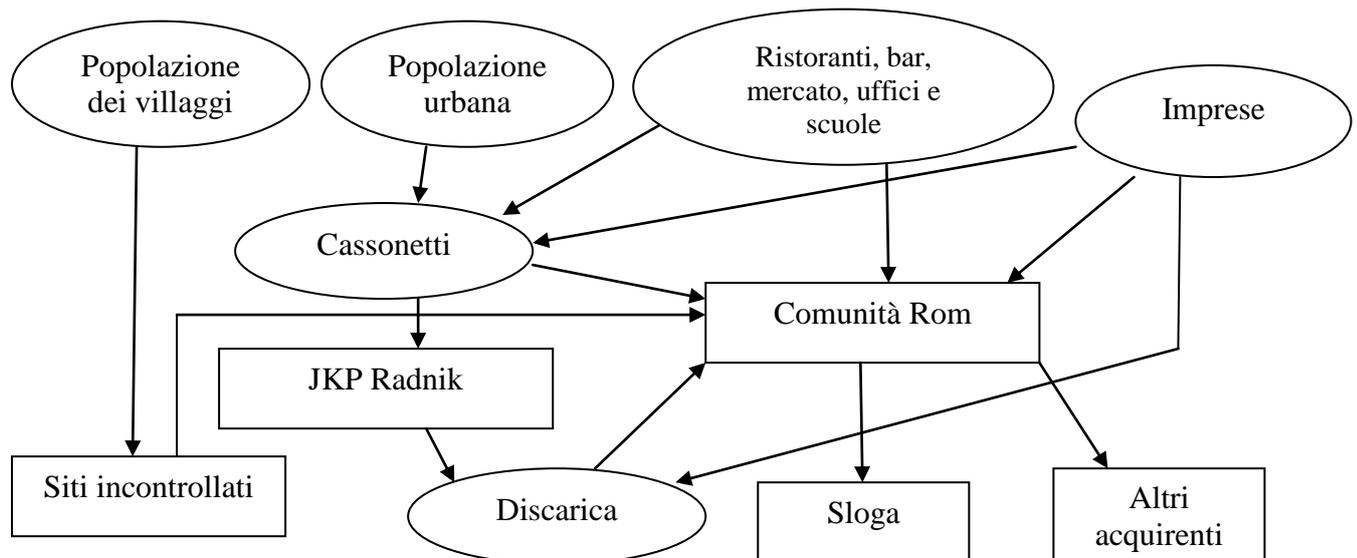



Fig.1: flussi dei rifiuti nella municipalità di Zavidoviči, comprendenti produzione, raccolta, smaltimento e recupero.

Proprio per migliorare tale situazione il CeTAmb ha studiato un diverso sistema di raccolta e gestione che potesse migliorare le prestazioni economiche ed ambientali quantomeno nell'area già coperta dal servizio. Il progetto consiste nello sviluppare un'intensa attività di raccolta differenziata per ridurre i volumi conferiti in discarica ed allestire un'area ecologica nel centro urbano, alla quale cittadini, commercianti ed artigiani possano conferire gli RSU preventivamente separati. A fianco di tali attività è previsto introdurre il recupero della frazione organica tramite compostaggio domestico, soluzione che ben si sposa con il contesto locale vista la presenza di numerose abitazioni dotate di orto e giardini di proprietà.

La raccolta differenziata è prevista in modalità multimateriale per poter ridurre le diseconomie derivate dalla raccolta delle frazioni separate e semplificare la gestione rispetto alla realtà locale, poco sensibile a tematiche legate all'ambiente. Visto che i riciclabili risulterebbero raccolti insieme formando la frazione secca, è necessaria una separazione secondaria, operata tramite cernita manuale in un edificio attiguo all'area ecologica. Tale sito sarà di dimensioni di 25 x 31 m e dotato di un box per il custode, di un'area coperta per il deposito temporaneo di rifiuti pericolosi e per lo stoccaggio/smontaggio degli ingombranti, di 6 container per il deposito dei materiali separati e di 3 zone di scarico sopraelevato di 50 cm rispetto al piano di posa dei container.
L'attività di raccolta differenziata potrebbe essere effettuata con due modalità differenti che non richiederebbero l'acquisto di ulteriori veicoli o cassonetti. La prima utilizzerebbe un sistema a contenitori stradali, il cui costo, comprensivo della realizzazione della piattaforma ecologica, sarebbe di circa 0,008 €/kg $_{\text{rifiuto prodotto}}$, ovvero 2,46 €/abitante/anno. La seconda sfrutterebbe un sistema misto, a cassonetti stradali per l'umido e a porta a porta per il secco, con prelievo domiciliare due volte la settimana. In tal modo si calcola che la percentuale di riciclabili raccolti crescerebbe dall'11%, in peso sul totale prodotto, al 24%. Tale aumento farebbe sì che, nonostante i maggiori costi di gestione, l'aumento del materiale venduto renderebbe l'attività economicamente positiva, con un ricavo complessivo di circa 0,004 €/kg $_{\text{rifiuto prodotto}}$, ovvero 1,20 €/abitante/anno.

A questo punto per completare la valutazione della proposta di modifica del sistema si nota che sono escluse le voci di costo legate alla sensibilizzazione ed alla formazione del personale ma, come già accennato, si può considerare che le prime siano a carico del comune e comunque limitate, mentre le seconde siano spese iniziali, "di impianto", quindi trascurabili nel complesso e non significative per la sostenibilità del progetto. In termini di benefici economici non sono stati considerati i costi evitati di smaltimento degli RSU in discarica. Tale assunzione è perfettamente in sintonia con la realtà attuale, dove i costo di conferimento in discarica è praticamente nullo, ma in un futuro diventerà una voce di costo assolutamente significativa, che porterà ad un risparmio di 60.000 €/anno. A fronte di tale vantaggio, in tale scenario si verificherà però un aumento inevitabile dei costi molto gravoso quantificabile, escludendo i costi di trasporto e al netto del risparmio calcolato, in almeno 190.000 €/anno.
In termini non monetizzabili, i benefici sono legati all'allungamento del tempo di vita della discarica, alla diminuzione dei rischi legati alla gestione non controllata della discarica (meno

rifiuti, meno percolato, meno inquinanti in circolazione, etc.) ed alla forte riduzione delle emissioni di CO_2 equivalente. In questo caso viene considerato il coefficiente adatto per discariche con utenze < 100.000 abitanti e gestione nulla e si stimano i riciclabili composti per il 25% da carta; si ottengono quindi 0,421 t CO_2e/t $_{riciclabili\ raccolti}$, stimando un'emissione evitata di 505 t CO_2e/anno. Con la raccolta differenziata dell'umido e l'introduzione di pratiche di recupero di materia come il compostaggio, si avrebbero emissioni evitate molto superiori.
Una sintesi dei bilanci del progetto è riportata in tabella 2.

Caratteristiche dell'intervento
Modifica del sistema attualmente in uso: raccolta stradale dell'umido, domiciliare del secco; allestimento di un'isola ecologica con un'area di cernita manuale del secco raccolto.
Bilancio economico
Preventivo delle prestazioni del nuovo sistema: + 0,004 €/kg $_{rifiuto\ prodotto}$; + 1,2€/ab/anno
costi non compresi (trascurabili)
Sensibilizzazione, formazione
Scenario futuro con aumento dei costi di smaltimento
Risparmi da costi evitati: 60.000 €/anno

Bilancio ambientale
Emissioni CO_2 equivalente evitate: 505 t CO_2e/anno
riduzione rischi ambientali e sanitari, allungamento tempo di vita della discarica

Tab.2: bilancio degli impatti preventivati dal progetto di modifica del sistema di gestione degli RSU nella municipalità di Zavidoviči.

3.3 Caso di studio: intervento di introduzione e potenziamento della RD

L'ong italiana Coopi tra il 2007 ed il 2008 ha svolto diverse attività a Novi Pazar inerenti la gestione degli RSU, in particolare ha preparato un Master Plan che analizzava situazione, criticità e potenzialità del servizio svolto dalla PUC locale, la JKP Čistoća. Tra gli interventi suggeriti, si progettava anche l'introduzione della raccolta differenziata di carta e plastica, azione effettivamente svolta ed ora operante per il primo materiale.
Novi Pazar è una città situata nel sud ovest della Serbia, al confine con Kosovo e Montenegro e famosa per la lavorazione della pelle ed il commercio. La popolazione della municipalità

dovrebbe essere di 99.664 abitanti, di cui il 65% nell'area urbana, ma un forte e recente sviluppo demografico pare che l'abbia portata a superare le 100.000 unità. Il servizio di raccolta copre praticamente tutta l'area urbana ed i principali villaggi circostanti, anche se non è inusuale imbattersi in cumuli di rifiuti pure nelle zone centrali della città. Il materiale raccolto viene quindi smaltito nella discarica di Golo Brdo, situata a 26 km da Novi Pazar e progettata per captare almeno il percolato, ma mai davvero completata. È operativa dal 2000, il conferimento di rifiuti è solo parzialmente controllato e presenta forti rischi ambientali (pozze di percolato, sorgenti nelle vicinanze, incendi frequenti) e sanitari (carcasse di animali ovunque, animali randagi ed uccelli che rovistano tra i rifiuti). In tali condizioni è prioritario quantomeno ridurre il volume dei rifiuti conferiti, in assenza dei mezzi economici per poter progettare e costruire una nuova discarica. Oltretutto le forti difficoltà economiche fanno sì che il servizio sia di qualità scadente e sia impossibile ripulire tutte le discariche abusive presenti nel territorio municipale, siti dove, oltretutto, parte della popolazione continua a far confluire rifiuti.

In tale contesto si è ritenuto utile progettare un intervento che introducesse un servizio parallelo alla normale raccolta di rifiuti indifferenziati, in modo da effettuare un'attività a bilancio positivo e diminuire i volumi svuotati, riducendo i viaggi in discarica ed i costi relativi. Entrambi i vantaggi possono infatti alleggerire la situazione economica, contribuendo anche a migliorare il servizio di raccolta del rifiuto indifferenziato.

Per introdurre in maniera adeguata questo nuovo servizio si è progettato di acquistare per la raccolta della carta 50 cassonetti da 1,1 m^3, in modo da dislocarne 45 e tenerne i 5 rimanenti per eventuali sostituzioni, 5 gabbie da 3 m^3 per grandi utenze ed un camion a sollevamento posteriore da 5 m^3. Quest'ultimo era previsto per effettuare anche lo svuotamento di 25 cassonetti da 1,1 m3 per il PET, di cui 2 tenuti per riserva. Il diverso numero di contenitori è motivato dalle diverse quantità potenzialmente coinvolte, infatti le stime indicano che la carta copre il 15% degli RSU prodotti mentre il PET il 5%, ma anche dal fatto che la vocazione commerciale della città facilita la presenza di attività che producono ingenti quantità di carta in punti precisi, richiedendo quindi un maggior numero di cassonetti.

Il materiale recuperato doveva essere portato in un centro di raccolta dove gli operatori, utilizzando un muletto ed una pressa orizzontale, avrebbero separato l'eventuale materiale erroneamente conferito ed avrebbero preparato e pesato balle pronte per la vendita, tenendo un registro di costi, ricavi e quantità movimentate.

Tutto l'equipaggiamento necessario, cassonetti, gabbie, camion, muletto, pressa e bilancia, doveva essere donato da Coopi, risultando un costo di impianto senza ricadute sul bilancio dell'attività, così come i costi di sensibilizzazione. I costi di formazione risultavano compresi nell'acquisto dell'attrezzatura, quindi anche quelli già inclusi.

I costi di gestione sarebbero stati quelli di raccolta, di 18.750 €/anno e comprensivi dello stipendio di 3 lavoratori per la raccolta (1 guidatore e 2 operatori carico e svuotamento cassonetti), il carburante e la manutenzione regolare, e quelli del centro di raccolta, di 11.250 €/anno e comprensivi del costo di uso e manutenzione della pressa e del muletto e dello stipendio di due operatori. L'affitto del capannone utilizzato, invece, sarebbe stato coperto dalla municipalità (5.400 €/anno per 300 m^2). Venivano inoltre considerati 3.000 €/anno di costi imprevisti, cioè il 10% del totale dei previsti. Il totale globale dei costi sarebbe risultato, quindi, di 33.000 €/anno.

I benefici economici erano invece divisi in ricavi diretti dovuti alla vendita dei riciclabili e quantificabili in 75.283 €/anno (62.653 per la carta e 12.630 per il PET) e risparmi dovuti a viaggi evitati in discarica, pari a 14.055 €/anno (191 viaggi totali, 149 per la carta e 42 per il PET). Per la vendita della carta si ipotizzava un prezzo di mercato locale molto basso, relativo a bassa qualità e di circa 0,005 €/kg, mentre per il PET un prezzo di mercato medio, cioè 0,1 €/kg. Bisogna notare che il risparmio in realtà non avrebbe generato un vero ritorno economico, bensì un alleggerimento del servizio di raccolta del rifiuto indifferenziato, ora sovrautilizzato, migliorandone la qualità e magari riorganizzando i mezzi in maniera migliore. Comunque il totale dei benefici economici si sarebbe attestato sugli 89.338 €/anno.

Il risultato economico dell'intervento prevedeva quindi un attivo di 56.338 €/anno, che sarebbe sceso a 42.283 €/anno escludono i viaggi evitati.

Come per Zavidoviči, si può presupporre in uno scenario futuro un forte risparmio dovuto al costo evitato di smaltimento, quantificabile in 18.602 €/anno, anche se l'aumento dei costi calcolato sulle stime dei rifiuti attualmente raccolti sarebbe di 186.930 €/anno.

Al bilancio economico si possono aggiungere benefici di stampo ambientale, in particolar modo legati alle emissioni evitate di CO_2 equivalente. Per tale calcolo si utilizza il coefficiente di 1,514 t $CO_2e/t_{\text{carta raccolta}}$, considerando che la discarica presenta almeno un parziale livellamento dei rifiuti e che solo la carta, non il PET, può provocare emissioni di metano. Infatti la gestione della discarica incide sul tipo di reazioni degradative a cui sono soggetti i rifiuti e quindi sulla quantità di metano generata, mentre dei due riciclabili considerati, solo la carta contiene carbonio organico degradabile. Quindi considerando le

emissioni relative alla quantità di carta recuperata, si possono valutare quelle evitate grazie al riciclaggio invece dello smaltimento in discarica. Visto che la raccolta differenziata dovrebbe raggiungere circa 1.240 tonnellate, di cui 1.114 per la carta, ipotizzando un uso dell’80% dei cassonetti e svuotamenti 3 volte a settimana per la carta e 2 a settimana per il PET, si evitano emissioni per almeno 1.687 tCO_2e/anno. Inoltre si riducono rischi sanitari e ambientali e si allunga il tempo di vita della discarica.
Il bilancio preventivo globale è riportato in tabella 3.

Caratteristiche dell’intervento
Introduzione di una raccolta aggiuntiva di carta e PET; allestimento di un centro di stoccaggio del materiale raccolto (verifica della qualità, compattazione in balle).
Bilancio economico
Risparmi generati: 56.338 €/anno (42.283 €/anno senza viaggi in discarica evitati); 0,003 €/kg $_{\text{rifiuto raccolto}}$
costi non compresi (pagati non dalla PUC)
Costi di impianto (Coopi), affitto del terreno (municipalità)
Scenario futuro con aumento dei costi di smaltimento
Risparmi aggiuntivi da costi di smaltimento evitati: 18.602 €/anno
Bilancio ambientale
Emissioni CO_2 equivalente evitate: 1.687 t CO_2e/anno
Riduzione rischi ambientali e sanitari, allungamento tempo di vita della discarica

Tab.3: bilancio degli impatti preventivati dal progetto di introduzione della raccolta differenziata nella municipalità di Novi Pazar.

Questo progetto è stato realizzato solo in parte ed in particolare è stata introdotta la raccolta differenziata solo della carta. Sono stati acquistati i 50 cassonetti, le gabbie, il camion, un muletto, la pressa e la bilancia ed è stato approntato il centro di raccolta (figure 2-5). Nel dicembre 2007 è entrato in funzione il servizio ed è partita una campagna di sensibilizzazione con spot televisivi, radiofonici ed attività divulgative nelle scuole (un torneo di scacchi ed altro). Tutto questo è stato possibile grazie all’intervento dell’ufficio in loco di Coopi e della sua collaborazione con la PUC, ma i risultati sono naturalmente diversi da quelli preventivati dal progetto.
Innanzitutto l’introduzione della raccolta di un solo materiale ha diminuito il volume complessivo potenzialmente interessato, mentre i costi di gestione sono praticamente i

medesimi, inoltre le agitazioni dei lavoratori[67] hanno provocato un funzionamento a singhiozzo, limitato ad un numero di svuotamenti molto ridotto rispetto a quello preventivato. Inoltre si sono riscontrati dei problemi tecnici con il camion con conseguenti cassonetti rimasti pieni per diversi giorni, impedendo il conferimento di altro materiale. In tali condizioni, cioè solo 21 giorni di lavoro sui primi 2 mesi di servizio, si sono raccolte circa 23 tonnellate di carta e risparmiati 3 viaggi in discarica. Il bilancio dell'attività risulta negativo, come mostrato in tabella 4, ma bisogna considerare anche che si tratta di prestazioni in fase di start up, quindi non molto indicative in tal senso. Invece si è riscontrata un'ottima risposta da parte della popolazione, che ha iniziato subito a conferire grandi quantità di materiale, con frazioni minime di rifiuti impropri.

Costi		
muletto e pressa	208	€/2 mesi
Carburante	568	€/2 mesi
stipendi teorici	4.167	€/2 mesi
al netto degli scioperi	2.083	€/2 mesi
totale costi	2.860	€/2 mesi
Benefici		
Materiale	1.283	€/2 mesi
viaggi risparmiati	221	€/2 mesi
totale benefici	1.503	€/2 mesi
BILANCIO	-1.357	€/2 mesi

Tab.4: bilancio economico effettivo dei primi 2 mesi della raccolta differenziata della carta nella municipalità di Novi Pazar.

[67] Come già esposto nel capitolo 2, nel gennaio 2008, proprio durante l'introduzione della raccolta aggiuntiva, i dipendenti pubblici serbi, quindi anche i lavorati delle PUC, hanno indetto un lungo sciopero per protestare contro il ritardo dei pagamenti dei loro stipendi.

Fig.2-5: raccolta differenziata a Novi Pazar: cassonetti, gabbie, veicolo di raccolta, pressa orizzontale e balle di carta recuperata prodotte.

3.4 Caso di studio: interventi di adeguamento, messa in sicurezza e progettazione di discariche

In BiH e Serbia sono innumerevoli le discariche non controllate che servono aree più o meno ampie che devono essere chiuse, bonificate e sostituite con nuovi siti adeguatamente costruiti. Visti gli alti costi coinvolti, sono pochi i casi di finanziamento anche dei soli studi di fattibilità e quindi sono ancora meno quelli che sono stati effettivamente portati a compimento. Un esempio che può risultare interessante è il progetto di riabilitazione e conversione della discarica di Obodina a Trebinje da incontrollata a controllata. Tale progetto, portato avanti dall'ong italiana UCODEP ed ora in fase di realizzazione grazie ad un finanziamento della Commissione Europea, era stato suddiviso in 3 parti, ognuna con un relativo bando di gara. La prima richiedeva un lavoro di raccolta dati e di analisi del sito in uso, la seconda il progetto della riabilitazione e conversione del sito in una discarica

controllata basandosi sui dati aggiornati e, per finire, la terza parte comprendeva lo studio di fattibilità per la costruzione di una discarica regionale nel luogo individuato dai precedenti lavori. Quest'ultimo punto in particolare risultava necessario per venire incontro alla Legge sulla Gestione dei Rifiuti che richiede la costruzione di discariche controllate che servano bacini più ampi di singole municipalità, coprendo almeno 250.000 abitanti ognuna.

La discarica, attiva da più di 40 anni, era prevista fungere da sito di stoccaggio temporaneo, ma una soluzione definitiva non fu mai approntata. I rifiuti venivano conferiti da chiunque, visto che non era presente neanche una recinzione protettiva, ma soprattutto dalla PUC di Trebinje, organizzata come una Private Public Partnership, che serve 36.000 abitanti, cioè l'80% della municipalità. Come è comune nell'intero contesto balcanico, l'attrezzatura era vecchia ed insufficiente, ma le pessime condizioni finanziarie non permettevano gli investimenti necessari per l'adeguamento richiesto. Infatti solo il 30% degli abitanti ed il 55% dei soggetti commerciali pagavano effettivamente il servizio.

Fortunatamente la municipalità rientrava nel progetto finanziato dalla Commissione Europea "Support for Improved Waste Management in Bosnia and Herzegovina", quindi erano già disponibili almeno dei dati generici. Inoltre la bonifica e conversione della discarica, che dista circa 4 km dal centro urbano, erano già stati oggetto di uno studio commissionato nel 1990 dalla municipalità all'azienda pubblica di Mostar. In particolare questo secondo documento, sebbene incompleto e da aggiornare, è stato comunque utilizzato come documentazione tecnica di base per le 3 parti del progetto.

Grazie ad un forte impegno di tutti i protagonisti coinvolti, ed in particolare all'utilizzo quasi esclusivo di esperti locali, si è riusciti ad elaborare i documenti commissionati in tempi e con costi limitati, soprattutto in confronto a molti altri progetti finanziati da organizzazioni internazionali. Lo studio di fattibilità ha richiesto 55 giorni e circa 15.000 €, mentre le analisi in situ ed il progetto principale di bonifica e conversione 58 giorni e 48.000 €.

È interessante in particolare che non si è deciso semplicemente di costruire una nuova discarica, bensì di considerare la gestione dei rifiuti nel complesso e quindi lo smaltimento in discarica come passaggio finale ed imprescindibile. Significativo in quest'ottica il considerare anche il tempo necessario per completare l'area controllata (approntamento di una zona di conferimento temporaneo, sistema di controllo e spegnimento degli incendi e recinzione protettiva per il vecchio sito), le operazioni di chiusura e bonifica di quella in uso e lo studio di fattibilità per far utilizzare il nuovo sito da tutta la regione.

Attesta la bontà del progetto il fatto che sia stato completato nei tempi previsti, che abbia ricevuto fondi della Commissione Europea e che la discarica sia stata effettivamente realizzata ed inaugurata nel settembre 2008.
Valutazioni economiche sull'impatto non sono disponibili, ma da un punto di vista ambientale si avrebbero emissioni evitate di 0,466 tCO_2e/ton RSU per il cambio di sito di conferimento, più gli altri rischi evitati.

Più avanzata è la situazione riguardante la discarica di Vranje, nella regione di Pčinja in Serbia. Infatti tale sito di conferimento di RSU era già stato costruito seguendo le direttive comunitarie ed è stato individuato da UNDP (United Nation Development Program) per essere ampliato e diventare discarica regionale, ricevendo i fondi stanziati in Serbia per migliorare le attività delle municipalità (programma MIR 2, Municipal Impovement and Revival Programme). La Request For Proposal 047 del 2007 concerneva infatti uno studio di fattibilità per coordinare la gestione, processare e smaltire i rifiuti di tutte le municipalità della regione, basandosi su uno studio di pre fattibiità stilato all'interno del MIR 1 per la discarica che prevedeva un investimento complessivo di più di 10 milioni di Euro, come mostrato in tabella 5.

Progettazione, piano regionale di gestione dei rifiuti, VIA e tutti i permessi	300.000 €
Costruzione della nuova area della discarica controllata	2.500.000 €
Costruzione impianto di separazione con tutti gli allacciamenti	2.000.000 €
Camion, containers, muletti	1.500.000 €
Stazione di trasferimento a Bosilegrad	300.000 €
Chiusura delle discariche abbandonate	2.500.000 €
Elettricità, pesa per camion	200.000 €
Contratti di appalto e costi non preventivati	800.000 €
Totale	**10.100.000 €**

Tab.5: previsione dei costi per l'allargamento della discarica di Vranje e la realizzazione di un sistema regionale di gestione dei rifiuti per il distretto di Pčinja (fonte: RFP 047/2007 Vranje).

Tale progetto è molto interessante per svariate ragioni, alcune delle quali sono intuibili dalle voci di spesa. Infatti considera la necessità di ottimizzare i costi di trasporto dei rifiuti, creando una stazione di trasferimento ed acquistando un camion apposito, utilizzando i mezzi di raccolta solo per l'uso per il quale sono stati progettati. Inoltre si considera fondamentale la costruzione di un impianto che effettui una separazione secondaria dei rifiuti, sia per recuperare e vendere riciclabili, sia per ridurre sensibilmente il volume da smaltire nella

discarica. Nella parte dello studio relativa all'allargamento della discarica si sottolinea infatti l'importanza, sia economica sia gestionale, di mantenere un adeguato controllo sui rifiuti smaltiti, in modo che si paghi adeguatamente ogni conferimento. Per questo oltre a prevedere la realizzazione di una recinzione, l'acquisto di una pesa per camion e la presenza di custodi, si suggerisce anche l'allestimento di un sistema di video sorveglianza che registri il traffico in ingresso; tale sistema dovrebbe servire come ulteriore deterrente, anche per i custodi della discarica, per evitare conferimenti impropri o non pagati.

Interessante è anche il carattere regionale con cui si affronta la gestione dei rifiuti, considerando e confrontando i diversi scenari mostrati in tabella 6, da cui risultano evidenti le motivazioni sia economiche sia ambientali alla base della RFP. Il primo esprime lo status quo, con la copertura attuale, cioè praticamente solo dell'area urbana, e la raccolta differenziata di carta e PET, il secondo l'estensione del servizio all'intera municipalità con la costruzione dell'impianto di separazione, opzione essenziale anche per il terzo scenario che ipotizza una gestione unica degli RSU per tutta la regione. Interessante anche notare che l'impianto giustificherebbe una pressa per ridurre ulteriormente il volume dei rifiuti conferiti in discarica. Inoltre anche i riciclabili sarebbero compressi in modo da poter esportare le balle e venderle ad un prezzo ben più conveniente.

		Solo Vranje senza l'impianto*	**Intera municipalità di Vranje con l'impianto**	**L'intera regione di Pčinja con l'impianto**
Rifiuti	m^3/anno	61.320	83.333	168.255
Riciclati	m^3/anno	600	29.146	58.876
Rimanenti	m^3/anno	60.720	54.187	109.379
Compattazione	m^3/anno	Compactor (k=3.0)	Pressa (k=3.9)	Pressa (k=3.9)
In discarica	m^3/anno	20.240	13.894	28.046
Tempo di vita della discarica	Anni	13,83	20,15	9,98
Ricavi annui del riciclaggio	€/anno	20.000	261.515	528.019

*: tale scenario è riferito all'attuale servizio ed i dati sono stimati in base agli svuotamenti registrati in discarica, mentre i quantitativi di riciclabili ed i relativi ricavi si riferiscono alle prestazioni nel 2004 dichiarate dalla PUC. Tali valori sono palesemente in contraddizione tra loro: presumibilmente i quantitativi riciclati sono circa 4 volte superiori.

Tab.6: scenari economici considerati con o senza un impianto di selezione dei rifiuti e con o senza l'allargamento del servizio di raccolta alla regione di Pčinja (fonte: RFP 047/2007 Vranje).

Con un intervento di questo tipo si avrebbe una forte riduzione delle emissioni, in particolare nel terzo scenario. Infatti si otterrebbe sia un allargamento del servizio ad aree prima scoperte, sia un conferimento da discarica incontrollata a controllata, con emissioni evitate specifiche rispettivamente di 0,114 e 0,466 t CO_2/t RSU. Ipotizzando una densità di 200 kg/m^3, si ottiene un risparmio di 8419 t CO2e/anno.
Per concludere si deve sottolineare che tale studio di pre fattibilità, nonostante alcune voci di costo discutibili ed ormai obsolete, principalmente il costo del lavoro e del carburante, dimostra gli importanti benefici che anche in un contesto come quello serbo posso essere conseguiti con interventi mirati, orientati in particolare alla massima riduzione dello smaltimento in discarica degli RSU. Veniva inoltre segnalato che la corporate francese Oxalor Group tentasse di ottenere i diritti su tutti i materiali raccolti, in cambio della costruzione di un impianto di riciclaggio sul territorio a proprie spese, situazione attualmente comune a diverse municipalità in BiH e Serbia, come dimostra il contratto siglato dalla municipalità di Novi Pazar con l'americana Lemna. Queste sono ulteriori dimostrazioni di come una buona gestione degli RSU, anche nei Balcani, possa essere economicamente vantaggiosa, oltre che fondamentale da un punto di vista sanitario ed ambientale.

Capitolo 4: Proposte di intervento nel sistema di gestione degli RSU

Alla luce delle analisi fin qui svolte, è evidente che l'attuale sistema di gestione degli RSU in BiH e Serbia presenti la necessità di forti interventi per modificare sia le quantità trattate (aumento della popolazione servita, raccolta effettiva di tutti i rifiuti prodotti nelle aree formalmente coperte), sia le modalità di raccolta e smaltimento (introduzione di un approccio integrato, tecnologie alternative al conferimento in discarica, recupero spinto di materia).
In particolare ciò che risulta fondamentale è bilanciare gli interventi in modo da poter spingere il sistema ad un'evoluzione mirata all'integrazione di tutte le sue fasi, come richiesto sia dalle direttive europee, sia dall'ambiente e dall'economia. Ogni intervento dovrà prevedere tecnologie adatte al contesto e soprattutto effettivamente realizzabili, al più con una modesta partecipazione da parte di donatori esterni. Ciò significa che i costi di gestione devono essere sostenibili come pure, sarebbe auspicabile, quelli di impianto. Inoltre i vari interventi dovranno essere addizionabili, in modo che possano essere eventualmente realizzati nel tempo, con un miglioramento graduale delle prestazioni economico ambientali.
Alla luce dei dati presentati, dei parametri ipotizzati e delle criticità evidenziate nei capitoli precedenti è possibile sviluppare proposte progettuali con le caratteristiche appena descritte, rispondendo ad esigenze sia del breve sia del medio e lungo periodo.
Per maggior chiarezza è utile suddividere in modo approssimato il sistema di gestione dei rifiuti nelle seguenti fasi, in modo da evidenziare meglio le modifiche apportate dalle diverse proposte progettuali:

- Raccolta dati
- Sistema di raccolta
- Trasporto
- Recupero di materia e smaltimento

Ogni proposta presenterà la tipologia di municipalità alla quale può essere applicata, le criticità su cui interviene e naturalmente l'arco di tempo di realizzabilità. Infatti alcuni interventi sono sicuramente prioritari e subito attuabili, mentre altri, per quanto fondamentali e fortemente auspicabili, necessitano di uno sviluppo della situazione prima di poter essere effettivamente realizzati.
Verranno presentati anche i costi di massima sia di impianto sia di gestione, le competenze tecniche ed in generale la complessità richiesta ed i risultati preventivabili con il sistema a

regime. Dove sarà significativo verranno anche elaborate considerazioni su come varierà il bilancio delle emissioni di CO_2 equivalente a seguito della modifica del sistema.

Prima di illustrare le proposte progettuali è utile effettuare una considerazione sul livello di complessità raggiunto dai vari sistemi, fattore che influenza notevolmente i costi, e quindi le possibilità, di eventuali modifiche, magari strutturali, come quelle proposte.

Innanzitutto bisogna escludere Sarajevo e Belgrado: sono realtà che ormai presentano una gestione molto positiva rispetto al contesto balcanico, con grossi investimenti passati e programmi ben strutturati e definiti per i prossimi anni. In tali contesti sono possibili solo piccoli interventi nelle aree meno considerate e si deve escludere qualsiasi cambio radicale di impostazione. Gli investimenti necessari, viste le dimensioni ed il numero degli abitanti, sarebbero troppo consistenti e sia le municipalità sia le PUCs non avrebbero assolutamente interesse a modificare le strategie definite negli ultimi anni.

Le altre città principali, quali Mostar, Tuzla, Banja Luka, Novi Sad, Niš, etc. presentano già modifiche intraprese o pianificate al semplice servizio di raccolta stradale dell’indifferenziato, anche se non al livello delle capitali. Sono state implementate raccolte aggiuntive ed impianti di differenziazione dei rifiuti, sono state definite alcune strategie ed in generale sono a disposizione fondi di organizzazioni internazionali o linee di prestito da parte della Banca Mondiale. Anche in questo caso interventi strutturali sono difficili, ma nelle città con i sistemi più arretrati e le strategie più vaghe sono effettivamente possibili.

Per finire in tutte le altre municipalità, numericamente la maggior parte e con larghe porzioni di popolazione, ci sono ampi margini di intervento con costi tutto sommato sostenibili. Sono comunque necessarie indagini sia sul territorio sia sullo stato del servizio, vista la grande eterogeneità che presenta un simile raggruppamento.

Bisogna altresì notare che circa la metà della popolazione di ambo gli stati vive in zone extraurbane, in condizioni tutto sommato assimilabili a prescindere dalle dimensioni delle municipalità di appartenenza. Visto il limitato livello di attenzione fino ad ora mostrato per tali aree, i margini di azione sono ampi, considerando l’arretratezza del servizio a loro fornito. Questa si può, infatti, considerare una delle sfide più complesse ed importanti da affrontare per un reale miglioramento delle prestazioni ambientali di BiH e Serbia.

4.1 Raccolta dati

Per poter valutare quali interventi siano davvero necessari, la loro scala di importanza e quindi adattarli al contesto specifico, è fondamentale disegnare un quadro della situazione che comprenda diversi aspetti, sia qualitativi sia quantitativi.

Per un qualsiasi sistema innanzitutto si deve individuare lo scenario generale e quindi[68]:

- aspetti socio-economici: numero e tipologia delle attività produttive/utenze commerciali presenti sul territorio;
- aspetti demografici: composizione della popolazione (eventuale immigrazione, suddivisione in fasce d'età), fenomeni turistici (stagionale o uniforme nell'arco dell'anno), pendolarismo (giornaliero o settimanale, presenza di poli attrattivi, etc.);
- aspetti urbanistici, geografici, climatici: tipologie abitative presenti, viabilità, spazi verdi pubblici, giardini privati, densità abitativa, temperature.

A seguire bisogna definire lo scenario specifico, vale a dire:

- "condizioni al contorno": la situazione impiantistica attuale e prevista, l'organizzazione della raccolta, il grado di ammortamento delle attrezzature e le loro condizioni d'uso;
- categorie di produttori: incidenza delle diverse classi (famiglie, commercio al dettaglio, grande distribuzione, venditori ambulanti, mercati, esercizi pubblici, ristorazione, uffici pubblici e privati, scuole, artigiani, etc.), la cui caratterizzazione potrebbe essere condotta attingendo da banche dati, eventualmente adeguando i coefficienti;
- caratterizzazione quali-quantitativa del rifiuto: ripartizione tra utenze domestiche e non domestiche, composizione merceologica dei rifiuti;
- stagionalità e variabilità temporale della produzione di rifiuti: andamento mensile per un eventuale adeguamento del servizio di raccolta alla stagione.

Come è intuibile non tutti questi dati sono facilmente ottenibili ed in alcuni contesti l'indagine potrebbe rivelarsi particolarmente lunga, costosa e magari infruttuosa. Per questo è stata sviluppata una scheda di analisi dello stato del servizio in una generica municipalità di BiH e Serbia, atta ad ottenere in tempi ragionevoli e con costi contenuti le informazioni fondamentali per poter progettare un qualsiasi intervento.

---

[68] Giacetti W., Venturi R., Betelli L., "La Progettazione e l'Ottimizzazione Operativa dei Sistemi di Raccolta Differenziata Integrata", La gestione integrata dei rifiuti, corso di aggiornamento organizzato dal Politecnico di Milano, Milano 28-31 Gennaio 2008.

4.1.1 Scheda di analisi dello stato del servizio

Territorio

- area urbana: numero di abitanti e principale tipologia abitativa;
- area extraurbana: definizione delle comunità extraurbane e numero di abitanti;
- vocazione e ricettività turistica;
- sistema di riscaldamento più diffuso;
- attività produttive più significative e gestione dei rifiuti ivi prodotti;
- raggiungibilità dei quartieri cittadini e delle comunità extraurbane;
- variabilità della temperatura e delle condizioni delle strade nell'arco dell'anno.

Analisi già effettuate da richiedere

- commissionate da municipalità, PUC o altri soggetti nazionali o internazionali sulla gestione dei rifiuti su scala locale o regionale;
- rapporti sul territorio o studi sull'ambiente a seguito di progetti di organizzazioni internazionali o non governative su scala regionale o locale.

Produzione dei rifiuti

- assimilazione attiva o passiva delle principali utenze commerciali e produttive;
- presenza di importanti utenze pubbliche (ospedali, scuole, uffici pubblici) e dimensioni delle stesse;
- stima della produzione di un campione significativo, possibilmente sia dell'area urbana sia di quella extraurbana, ed analisi merceologica dei rifiuti prodotti.

Raccolta dei rifiuti

- proprietà del servizio di raccolta: aree e numero di abitanti coperti, tipologia del servizio (solo indifferenziato stradale, raccolta differenziata aggiuntiva, integrazione del sistema);
- attrezzatura disponibile (veicoli, contenitori di proprietà, centrale operativa) e suo stato;
- personale coinvolto, competenze e funzioni;
- frequenza della raccolta;
- % di riempimento medio dei cassonetti e dei veicoli di svuotamento per flusso;

- stima volumetrica del quantitativo giornaliero e settimanale raccolto per flusso;
- stima del peso specifico medio per flusso;
- analisi merceologica di un campione significativo dei rifiuti raccolti;
- eventuale presenza e stima di altri circuiti di recupero di materia formali o informali (accordi tra utenze e cartiere, aziende, etc., presenza di scrap collectors).

Smaltimento dei rifiuti

- localizzazione della discarica utilizzata più vicina e sue caratteristiche;
- eventuale presenza di discariche abusive e loro caratterizzazione di massima;
- eventuale localizzazione della discarica controllata più vicina;
- localizzazione di eventuali soggetti interessati al recupero di materia in loco o in prossimità per i principali riciclabili.

Vincoli e progetti relativi alla gestione dei rifiuti

- vincoli legislativi per la PUC e la municipalità;
- accordi con soggetti pubblici o privati già stipulati;
- strategie e progetti della PUC e della municipalità;
- fondi o finanziamenti internazionali, statali, locali o di privati a cui è possibile accedere.

Tali informazioni dovrebbero essere in larga parte facilmente reperibili dalla municipalità e dalla PUC, in breve tempo, senza particolari sforzi e a costo nullo. Per le analisi già effettuate da altri soggetti, potenzialmente molto utili visto che potrebbero fornire dati che sarebbe inutile raccogliere nuovamente, è consigliabile chiedere a diverse persone all'interno della municipalità e della PUC a riguardo di attività svolte da organizzazioni internazioni e quindi capire chi ha davvero fatto qualcosa in loco o a livello regionale. Generalmente i documenti redatti all'interno dei progetti, viste le finalità pubbliche di questi ultimi, dovrebbero essere disponibili per tutti, quindi è sufficiente una semplice richiesta per poterli visionare.

Per le informazioni di carattere statale, che siano vincoli, progetti o linee di finanziamento, è meglio verificare ciò che dicono nella municipalità e nella PUC con il relativo ufficio (una telefonata o un appuntamento), visto lo scarso aggiornamento, colposo o simulato, che spesso si riscontra in loco.

Accompagnare i veicoli durante un giro di raccolta e di conferimento in discarica può fornire molti dati sia sullo stato del servizio sia sulle sue possibili modifiche, più altre informazioni difficilmente reperibili se non con un sopraluogo.
L'aspetto sicuramente più complesso è ottenere dati relativi alla composizione merceologica dei rifiuti: se si prevede la possibilità di allargare o migliorare la raccolta dei rifiuti, può risultare utile valutarne la produzione, altrimenti un'analisi di campioni normalmente prelevati può essere sufficiente. È anche possibile tentare di ottenere ambo le informazioni con un unico campionamento, utilizzando alcuni accorgimenti. Si scelgono alcune famiglie dell'area di indagine, fornendo loro sacchi di un particolare colore dove smaltiranno tutti i propri rifiuti. I sacchi verranno prelevati insieme agli altri rifiuti prodotti dalla zona di indagine e verranno analizzati per primi, ottenendo così la produzione procapite e la relativa merceologia. Effettuando le operazioni di cernita e di pesatura anche sulla frazione rimanente ed unendo i dati è possibile quindi ottenere informazioni relative ai rifiuti effettivamente raccolti. È naturalmente necessario ipotizzare che le famiglie scelte smaltiscano tutti i propri rifiuti nei sacchi forniti, ma con una formazione ed una ricompensa adeguate è probabile che i dati non risultino falsati.
Le metodologie utilizzabili possono essere molte[69], anche se è consigliabile utilizzare quelle predisposte a livello statale (vedi allegato 1). Per pianificare una raccolta dell'umido è quantomeno necessario effettuare una stima della frazione compostabile e quindi della divisione tra umido e verde. Della frazione secca è sufficiente una valutazione quantitativa dei riciclabili di interesse, trascurando classificazioni più dettagliate e granulometriche. Anche la stima del PCI può essere quasi sempre trascurata, vista la quasi irrealizzabile opzione dell'incenerimento e le scarse possibilità di coincenerimento. Per effettuare le analisi può essere sufficiente come attrezzatura una bilancia adeguata ed un vaglio, che può essere ricavato da materiale di recupero se si vuole evitarne l'acquisto; il campionamento deve durare almeno 5 giorni consecutivi, su campioni di territori i più significativi possibile. I dati ottenuti possono considerarsi solo indicativi, visto che un'analisi ufficiale deve seguire una procedura riconosciuta, con tempi e modi ben definiti; comunque come valutazione preliminare per un confronto con la situazione nazionale può essere sufficiente. Inoltre bisogna considerare che acquisire dati è costoso e ad una complessità maggiore non sempre corrisponde un maggior grado di accuratezza. Soprattutto in queste aree è meglio richiede

[69] Per avere una panoramica delle principali metodologie utilizzate a livello italiano, delle attrezzature, dei costi e dei tempi richiesti, confrontare il documento "Analisi Merceologica dei Rifiuti Urbani" redatto dall'ANPA nel 2000.

informazioni semplici e facilmente comprensibili per gli operatori locali, in modo da poterne fare affidamento per la progettazione. Ancora è fondamentale seguire personalmente la fase di raccolta dati, per accorgersi di eventuali anomalie o di errori metodologici. Tutto questo porterà ad un quadro della situazione più chiaro, anche se non estremamente dettagliato, ed a un buon compromesso tra costi e qualità.
A riguardo del budget da dedicare a tali operazioni, si consideri che sia la Commissione Europea sia i Ministeri dell'Ambiente hanno finanziato alcune campagne di caratterizzazione dei rifiuti ed è quindi possibile entrare in uno di questi programmi svolgendo le analisi richieste con costi molto limitati o nulli.

4.2 Sistema di raccolta

Il sistema di raccolta, come già accennato, presenta ampi margini di miglioramento nelle zone extraurbane per tutte le municipalità, mentre modifiche strutturali sono più facilmente conseguibili in quelle di dimensioni più contenute, che si considereranno sotto i 100.000 abitanti. Modifiche del servizio di raccolta in senso stretto possono essere progettate per singole municipalità, mentre interventi che introducono una cernita delle frazioni di riciclabili possono coinvolgerne diverse per raggiungere un bacino di utenza di maggior portata. Bisogna però sottolineare che ogni volta che nei Balcani si coinvolgono più soggetti bisogna avere a disposizione tempo e pazienza ed è bene che ci siano forti interessi locali, possibilmente sia economici sia politici, per cooperare. Infatti per quanto le proposte siano valide ed utili per tutti, sono diversi i casi di insuccesso provocati da ragioni all'apparenza futili, ma localmente determinanti. Per questo, in tal caso, prima di progettare un intervento intermunicipale che preveda la compartecipazione di attori locali è meglio indagare se essi sono d'accordo e soprattutto il loro grado di interesse reale e non soltanto di facciata. Discorso analogo vale anche per le PUCs, vista la loro forte dipendenza, in quasi tutti i casi, dalla componente politica dell'area servita.

4.2.1 Raccolta alternativa dei rifiuti in aree extraurbane o in quartieri difficilmente raggiungibili

Il primo intervento proposto è relativo all'ampliamento del servizio ed al suo miglioramento qualitativo rispetto alle aree extraurbane ed i quartieri più difficili da coprire della città, valido per qualsiasi municipalità a prescindere dalle dimensioni. Tali zone sono accomunate da difficoltà ad essere raggiunte e servite, fattore che rende la raccolta troppo costosa o impossibile visti i mezzi a disposizione. Ciò spinge la PUC a scegliere di non coprirle o farlo scarsamente ed investire invece i propri sforzi in altre zone più popolose o accessibili. Un'area difficilmente raggiungibile risponde ad almeno una delle seguenti caratteristiche:

- significativa lontananza dall'area urbana;
- eccessiva dispersione delle unità abitative;
- strade interne troppo strette, sterrate o in condizioni disagevoli per i veicoli di raccolta.

Viste queste premesse è inutile cercare di dimensionare una copertura del territorio procedendo in modo convenzionale, visto che sarebbe sicuramente insostenibile economicamente e comunque dannoso per i mezzi. L'unico modo è aumentare il grado di coinvolgimento della popolazione, rendendo per loro vantaggioso partecipare alla raccolta dei rifiuti prodotti e per qualcuno lo sarà in modo particolare. Bisogna anche sottolineare che tali zone sono solitamente le più povere, hanno un'ottima di disponibilità di manodopera a basso costo e che le conoscenze del territorio e l'abilità a muoversi sullo stesso degli abitanti possono essere sfruttate in modo prezioso. Ancora sono abituati a non pagare o solo in piccola parte la tassa sui rifiuti ed è impensabile che lo facciano se il servizio continua ad essere particolarmente carente. Per questo sono anche soliti liberarsi dei rifiuti in discariche abusive, a bruciarli o, in qualche caso, a spanderne una parte sui campi. Anche la vicinanza e la disponibilità di ampie aree verdi possono essere sfruttate positivamente.

La proposta di raccolta alternativa, a volte denominata non convenzionale[70], si basa sul suddividere il territorio in aree nelle medesime condizioni di accessibilità, cioè collegate tramite le medesime strade principali, e nelle quali gli abitanti si conoscano ed abbiano relazioni generalmente buone. Tali aree sono in realtà piccole comunità che solitamente presentano un piccolo agglomerato di case, cioè un villaggio, mentre tutte le altre abitazioni sono disperse nelle zone circostanti. La gestione della raccolta viene quindi affidata ad uno o

[70] Darriulat C., "Rifiuti Solidi Urbani (RSU)", Quaderni di Ingegneria Ambientale, numero 27 del novembre 1998 dal titolo "L'Ingegneria Ambientale nei Paesi in Via di Sviluppo".

più operatori locali che conferiscono il materiale in un luogo molto più accessibile per i veicoli della PUC.

Nei Balcani queste aree sono facilmente individuabili e a volte prendono il nome di località; in Italia non si riscontrano degli equivalenti, ma sono simili alle frazioni dei comuni di montagna o di campagna separate dal nucleo principale, comprendenti quindi alpeggi, cascine, casolari, case sparse o piccoli agglomerati di abitazioni.

Vista la conoscenza del territorio e le considerazioni dei capitoli precedenti, si ipotizzano le seguenti caratteristiche e condizioni:

- produzione procapite in aree extraurbane: 0,7 kg/abitante/giorno;
- frazione organica: 70% (0,5 kg/abitante/giorno);
- frazione secca: 30% (0,2 kg/abitante/giorno);
- popolazione agglomerata nelle aree extraurbane: 10%.

Con la raccolta attuale, cioè alcuni cassonetti posizionati agli incroci con le strade principali e svuotati una o due volte alla settimana, si considerano le seguenti prestazioni:

- frazione organica raccolta nell'agglomerato: 100%;
- frazione secca raccolta nell'agglomerato: 100%;
- frazione organica raccolta fuori dall'agglomerato: 10%;
- frazione secca raccolta fuori dall'agglomerato: 30%;
- percentuale di riempimento dei cassonetti: 70%;
- frequenza minima di svuotamento settimanale (in grosse aree anche bisettimanale).

In tali condizioni è impensabile introdurre una raccolta differenziata aggiuntiva visto il coinvolgimento molto scarso della popolazione e, come si vedrà, gli alti costi di svuotamento dei cassonetti. Prevederne di ulteriori per la raccolta differenziata eleverebbe i costi in modo ingiustificato rispetto ai quantitativi recuperati, con una qualità del materiale prevedibilmente molto bassa e quindi resterebbe come unica alternativa, ugualmente sconveniente, una linea di separazione secondaria.

Quindi in questo contesto risulta necessaria una raccolta differenziata domiciliare, da effettuare con mezzi diversi da quelli normalmente utilizzati per gli svuotamenti, viste le caratteristiche delle strade. Come si dimostrerà la raccolta alternativa proposta risulta economicamente sostenibile, nonché garantisce maggiori quantitativi intercettati.

È però necessario pianificare di raccogliere solo una parte del rifiuto prodotto in tali aree e cioè la frazione secca, composta da riciclabili e secco residuo (scarto residuo), lasciando la gestione dell'organico agli abitanti. Tale scelta progettuale, sicuramente molto forte, è

motivata da ragioni sia gestionali sia economiche, ma tiene conto sia della pratica attuale, sia delle effettive possibilità del contesto extraurbano. Questi aspetti verranno considerati meglio in seguito, comunque già la gestione di una sola porzione dei rifiuti, ma una gestione attenta che garantisca un servizio adeguato, sarebbe un notevole passo in avanti per un simile contesto. Infatti la popolazione di queste aree è praticamente costretta a gestirsi in modo autonomo i propri rifiuti e questo è solo uno degli aspetti che la fa sentire quantomeno poco considerata dalla municipalità. Modificare il sistema in modo da migliorare il servizio a loro offerto almeno per il secco risulterebbe quindi importante anche da un punto di vista sociale, oltreché garantirebbe una forte riduzione degli impatti ambientali provocati dalle pratiche di smaltimento attualmente in uso.

Si organizza quindi una raccolta alternativa con le seguenti caratteristiche:

- uno o più operatori ufficiali per area a seconda degli abitanti;
- frazione organica raccoglibile nell'agglomerato: 100%;
- frazione secca raccoglibile nell'agglomerato: 100%;
- frazione organica raccoglibile fuori dall'agglomerato: 50%;
- frazione secca raccoglibile fuori dall'agglomerato: 80%;
- frazione di secco residuo: 30%;
- frazione di secco riciclabile: 70%;
- frazione di carta nel riciclabile: 40%;
- frazione di vetro nel riciclabile: 15%;
- frazione di plastica nel riciclabile: 30%;
- frazione di metallo nel riciclabile: 15%;
- raccolta della sola frazione secca (riciclabile + residuo) e selezione verificata dagli operatori;
- svuotamenti dalla PUC su richiesta dell'operatore quando i contenitori sono pieni, quindi percentuale di riempimento: 100%;
- quantitativi minimi mensili di secco residuo e riciclabili da raccogliere da parte dell'operatore compresi nel contratto;
- ulteriori quantitativi raccolti pagati a peso;
- prezzi di acquisto e cessione materiali per la PUC come esposti in tabella 1.

	prezzo di acquisto		prezzo di vendita		margine	
Carta	0,03	€/kg	0,06	€/kg	0,03	€/kg
vetro	0	€/kg	0,02	€/kg	0,02	€/kg
plastica	0,04	€/kg	0,08	€/kg	0,04	€/kg
metallo	0,07	€/kg	0,15	€/kg	0,08	€/kg

Tab.1: prezzi di acquisto e cessione materiali per la PUC per raccolta alternativa (ipotizzati a partire dagli intervalli di mercato presentati nel capitolo 2).

Una zona extraurbana presenta una frazione di organico (umido + verde) più elevata rispetto ad una urbana, ma anche possibilità molto maggiori di smaltirla autonomamente, come già parzialmente avviene con spandimento agronomico o con principi di compostaggio domestico. Una raccolta di tale frazione risulterebbe, oltre che costosa, complessa e quantitativamente eccessiva per pochi operatori, anche abbastanza inutile. La raccolta della sola frazione secca invece risulta come un invito molto forte allo smaltimento autonomo o all'intraprendere, là dove le condizioni lo permettono, attività di compostaggio decentralizzato di quartiere. Per la PUC risulta molto più economico effettuare campagne informative su compostaggio domestico, decentralizzato a livello di area e sullo spandimento agronomico, piuttosto che gestirli direttamente, senza contare che tali pratiche sono tutte già in qualche modo conosciute ed utilizzate. Inoltre garantendo un livello di raccolta del secco molto più elevato, gli effetti per l'ambiente e per la salute pubblica sarebbero già molto positivi. Sarebbe quindi molto utile accompagnare la campagna di comunicazione della variazione del sistema con una distribuzione di depliant contenenti indicazioni sul compostaggio domestico. Inoltre per favorire l'installarsi di un'attività privata di compostaggio decentralizzato si può organizzare un corso per gli abitanti interessati della zona[71], fornendo per un certo periodo supporto tecnico, se non addirittura economico, a chi la volesse intraprendere.

La raccolta del secco, separato dall'utenza nelle varie frazioni, cioè nei riciclabili considerati e nel residuo, sarà effettuata dal gruppo familiare dell'operatore principalmente con mezzi autonomi: i criteri di scelta si baseranno quindi sulle effettive possibilità di poter regolarmente raggiungere le abitazioni o di farsi conferire i rifiuti grazie alle buone relazioni con la comunità e magari lo spazio per prendere in comodato d'uso i contenitori della PUC. In tal

[71] Si considerino i seguenti costi indicativi: produzione di brochure e depliant rispettivamente 0,07 e 0,58 €/unità, costo di personale formatore 5 €/ora.

modo si ottiene sia una più agevole raccolta da parte dell'operatore, sia un controllo maggiore del materiale, con una generale migliore gestione del processo. Inoltre si evitano costi di allestimento di aree appropriate che richiederebbero recinzioni, coperture, custodi, etc.
Richiedere una quantità minima da raccogliere garantisce una costanza della qualità del servizio, anche se il fatto che il guadagno aggiuntivo possa subire un effettivo incremento con una buona raccolta sia una spinta già di per sé molto forte, soprattutto in tali contesti. Inoltre il maggiore guadagno che garantiscono i riciclabili spingerà ad effettuare una verifica della selezione con un'ulteriore separazione del secco, magari compattando parzialmente alcuni materiali per guadagnare spazio, semplificando notevolmente le operazioni successive. Naturalmente è bene, al momento dello svuotamento da parte della PUC, effettuare una verifica dei materiali conferiti, sia per cautelarsi da conferimenti errati, sia per sottolineare l'importanza dell'operazione di cernita. Infatti grazie a tale operazione si genera anche una drastica riduzione dei quantitativi da smaltire in discarica dovuta al recupero spinto di materia, con i relativi benefici.
Inoltre la raccolta della sola frazione secca svincola lo svuotamento da una frequenza minima imposta dalla presenza di sostanza putrescibile, mentre l'operatore garantisce un'ottimizzazione notevole della fase di trasporto e l'adattabilità reale e pronta a variazioni stagionali o sporadiche.
Un altro vantaggio significativo è l'effettivo aumento della qualità del servizio, esplicitato dall'aumento della percentuale della frazione secca raccolta, effettivamente possibile grazie all'azione diretta e motivata dell'operatore. Inoltre è possibile aumentare di molto il livello di partecipazione della popolazione legando le prestazioni a sconti sulla tassa sui rifiuti. Attualmente dovrebbero pagarla tutti, ma ciò in realtà non avviene in quasi tutte le zone extraurbane ed è anche comprensibile visto lo scarso servizio prestato. Ma l'opportunità che venga drasticamente ridotta con una collaborazione maggiore con l'operatore sarebbe generalmente colta prontamente, considerando che la partecipazione risulterebbe meno onerosa rispetto a quella attualmente richiesta. Infatti ora per loro è meglio liberarsi dei rifiuti abusivamente, piuttosto che servirsi degli scomodi e lontani cassonetti. Per le precedenti ragioni non sono state considerate le tasse né nei bilanci relativi alla situazione attuale, né a quelli della raccolta alternativa.

Per stimare in linea generale le prestazioni di un simile intervento, si prende in esame un caso reale, cioè la municipalità di Novi Pazar. Essa presenta un centro urbano di 64.470 cittadini e

ben 98 altre aree o località, con popolazioni che variano dagli 8 ai 3.875 abitanti, per un totale nell'intera municipalità di 99.664 persone (vedi Allegato 3). Le distribuzioni delle aree in base alla popolazione sono indicate in figura 1 e 2, mentre la 3 presenta una cartina dettagliata della municipalità, con indicate le aree extraurbane.

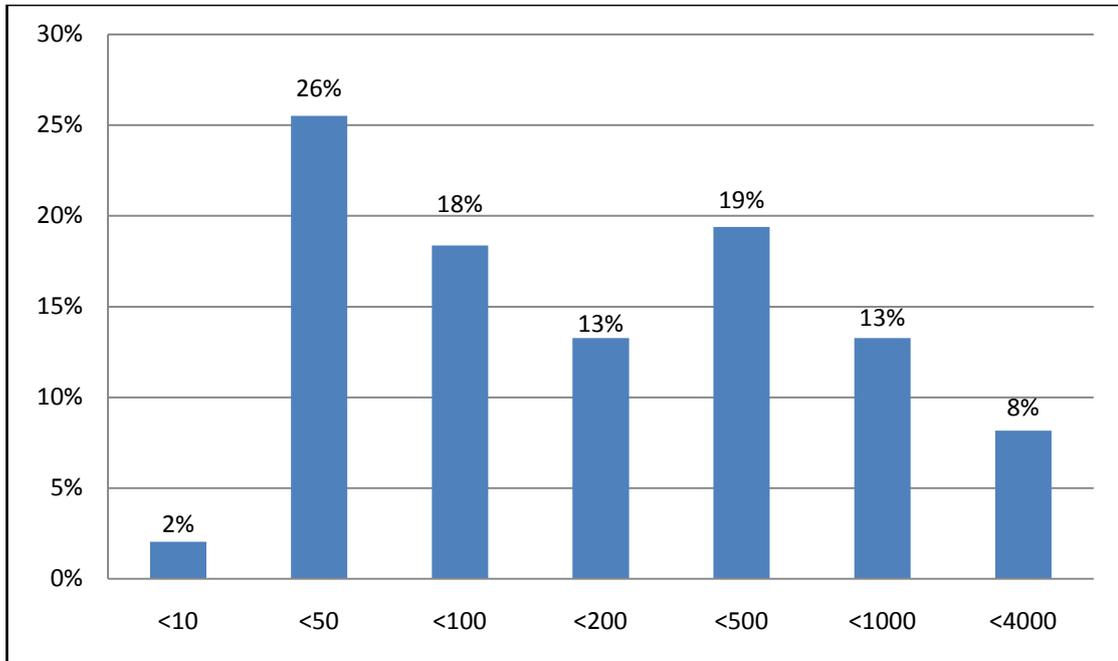



Fig.1: distribuzione del numero delle località in base alla popolazione a Novi Pazar.

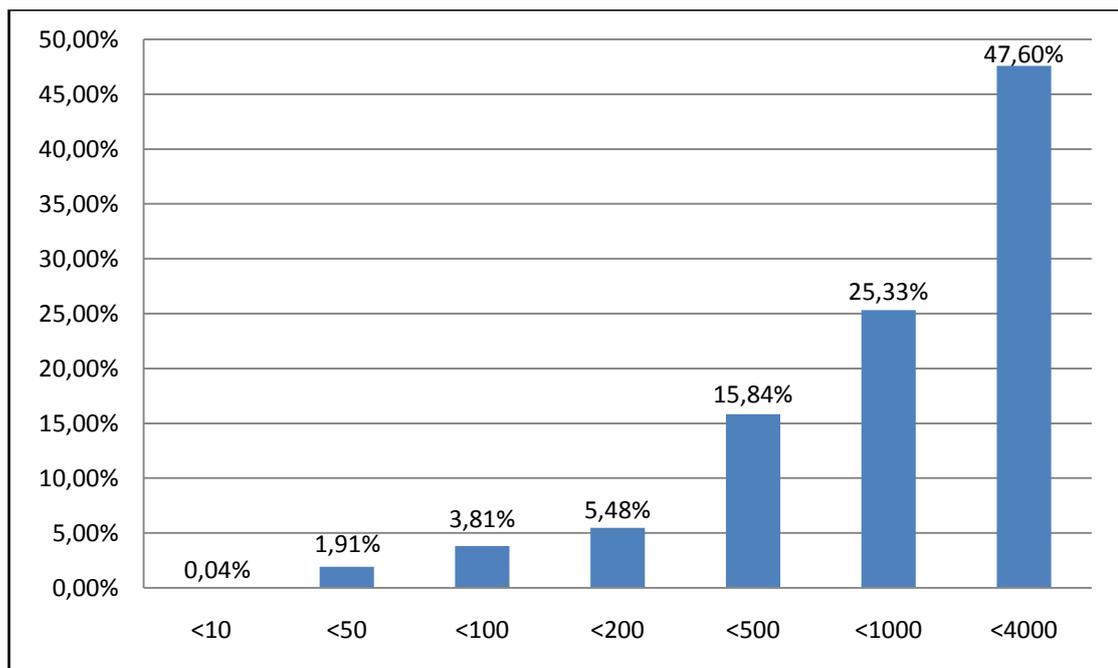



Fig.2: distribuzione della popolazione in base alla popolosità delle località a Novi Pazar.

Fig.3: cartina della municipalità di Novi Pazar con le aree extraurbane in evidenza.

Si considerano i casi di aree con 100, 500, 1.000 e 2.000 abitanti, ipotizzando un operatore per i primi tre casi e due per l'ultimo. I guadagni conseguibili sono sufficienti per giustificare la partecipazione di altri appartenenti al nucleo famigliare, rendendo la raccolta assolutamente possibile. Infatti anche se nel capitolo precedente si è assunto come stipendio di un lavoratore a tempo pieno la cifra di 400 €/mese, in alcuni progetti si prevede, e ciò spesso avviene davvero, che tale cifra scenda anche sotto i 300 €/mese; oltretutto si stanno considerando aree extraurbane in genere economicamente arretrate e con un forte tasso di disoccupazione. Remunerazioni inferiori si hanno, comunque, solo per località poco popolose che di conseguenza richiedono anche meno ore di lavoro da parte dell'operatore; in questi casi l'occupazione è da intendere part-time, con una paga proporzionale all'impegno richiesto.

Il rifiuto indifferenziato attualmente si raccoglie con cassonetti da 3 m^3, quindi sollevabili automaticamente, e si ipotizza il loro numero in funzione della popolosità dell'area da servire; in base a tale numero ed alla quantità che si prevede raccogliere, si decide il numero di svuotamenti al mese. Per la raccolta alternativa proposta si possono invece utilizzare gabbie da 5 m^3(vedi la figura 2 del capitolo 3), meno costose e più adatte ai materiali da raccogliere ed eventualmente svuotate spostando i riciclabili in modo manuale[72]. In questo caso, vista la stabilità dei materiali e potendosi permettere un volume disponibile maggiore, si potrebbe ulteriormente diminuire la frequenza di svuotamento, con ulteriori risparmi rispetto a quelli ipotizzati.

In ambo i casi si sono ipotizzati una distanza dell'area dalla città di 30 km, un tempo necessario per le operazioni di svuotamento di 30 minuti e la presenza di 3 operatori sul veicolo, mentre per lo smaltimento si è considerato solo il costo della discarica, approssimando quelli di trasporto con la distanza tra l'area extraurbana e la città; per tale ragione i costi della pratica attuale si possono considerare sottostimati rispetto alla proposta della raccolta alternativa. Per ottimizzare i trasporti e visto l'ancora scarso mercato del vetro, si considera che si effettuino due tipologie di giri di svuotamento, una per il secco residuo ed il vetro, l'altra per i restanti riciclabili, con un numero di gabbie consono per entrambe.

Per finire si evidenzia il fatto che solitamente in un giro di svuotamento si copre un numero di aree extraurbane dipendente dai volumi raccolti e quindi potenzialmente variabile di volta in volta. Questo significa una diminuzione dei costi di trasporto specifici, ma l'impossibilità di pianificare e minimizzare davvero i giri, mentre nella raccolta alternativa la presenza dell'operatore permette l'ottimizzazione di tale aspetto, visto che richiede lo svuotamento solo quando i contenitori sono pieni. In realtà anche questa considerazione non è stata quantificata in termini economici, ma è sicuramente non trascurabile; si noti però che viene richiesta una maggiore flessibilità da parte della PUC ed un lavoro di organizzazione maggiore da parte dei suoi uffici.

Il confronto dei costi e dei quantitativi raccolti è presentato in tabella 2, mentre i grafici di figura 4 e 5 illustrano rispettivamente il risparmio al mese ed il quantitativo di rifiuto secco captato in più.

---

[72] Come costi dei cassonetti si possono assumere: 1,1 m^3 - 300 €/unità e 3 m^3 – 450 €/unità, comprensivi si sistema di chiusura e di svuotamento automatico; gabbie da 5 m^3 – 80 €/unità.

abitanti	**100**	**500**	**1.000**	**2.000**
raccolta attuale				
indifferenziato raccolto (kg/mese)	512	2.562	5.124	10.248
di cui secco raccolto (kg/mese)	233	1.166	2.331	4.662
giri richiesti al mese	4	4	8	10
costo di svuotamento e trasporto*(€/mese)	148	148	297	371
costo di smaltimento (€/mese)	8	38	77	154
COSTO TOTALE (€/mese)	156	187	374	525
abitanti	**100**	**500**	**1.000**	**2.000**
raccolta alternativa				
secco residuo (kg/mese)	155	775	1.550	3.100
carta (kg/mese)	145	723	1.446	2.893
vetro (kg/mese)	54	271	542	1.085
plastica (kg/mese)	108	542	1.085	2.170
metallo (kg/mese)	54	271	542	1.085
SECCO RACCOLTO (kg/mese)	517	2.583	5.166	10.332
giri totali richiesti al mese	2	3	5	7
stipendio fisso (€/mese)	100	140	200	400
stipendio variabile (€/mese)	8	48	104	208
costo dell'operatore (€/mese)	108	188	304	608
costo del trasporto (€/mese)	74	111	186	260
costo di smaltimento (€/mese)	2	12	23	46
ricavo da riciclabili (€/mese)	27	133	266	532
COSTO TOTALE (€/mese)	158	178	247	382
confronto				
secco intercettato in più (kg/mese)	284	1.418	2.835	5.670
risparmio (€/mese)	-2	9	127	143

*:nella raccolta attuale tale voce include anche il costo del lavoro relativo a tali operazioni.

Tab.2: confronto di costi e prestazioni tra raccolta attuale ed alternativa.

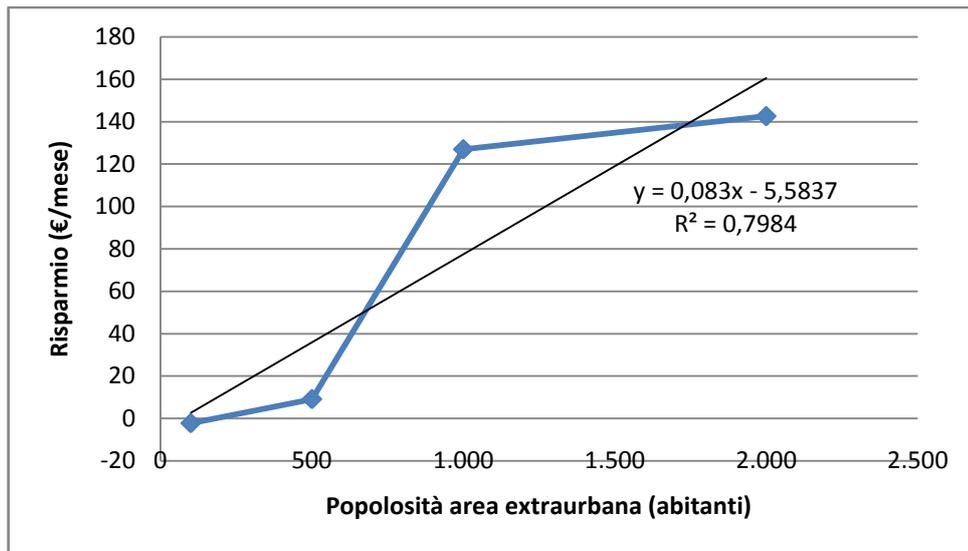



Fig.4: risparmio della raccolta alternativa rispetto alla popolosità delle località.

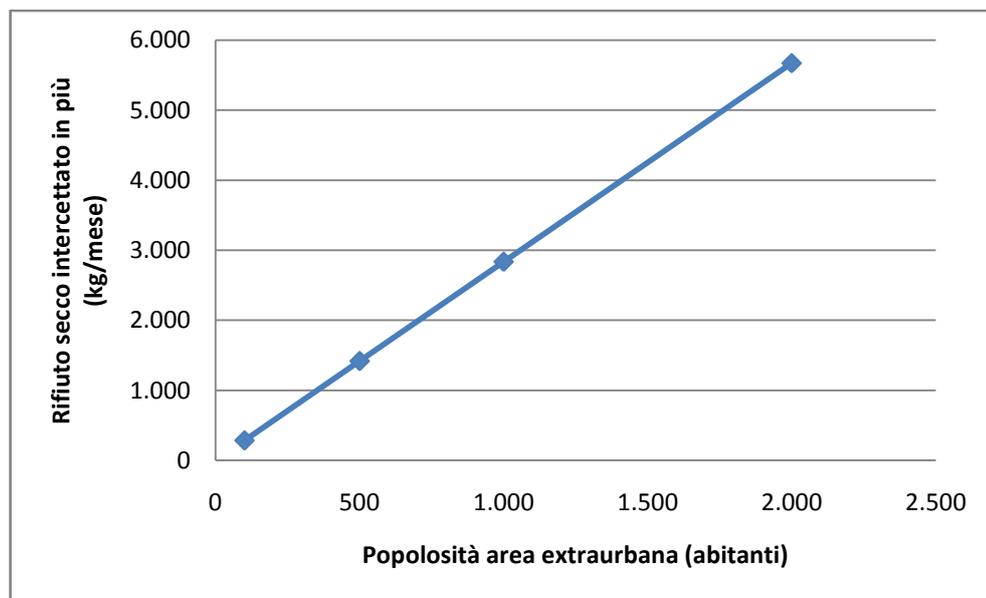



Fig.5: quantità di rifiuto secco intercettato in più rispetto alla popolosità delle località.

Il grafico di figura 5 è ovviamente lineare, viste le ipotesi e le approssimazioni assunte, con un coefficiente angolare, cioè quantitativo di secco raccolto in più, di 2,84 kg/abitante/mese, mentre quello di figura 4 necessita di alcune considerazioni. Infatti si può notare, ed è facilmente intuibile, che aumentando il bacino di utenza si riesce ad aumentare il risparmio (i costi dell'operatore vengono sempre più coperti dalla vendita di riciclabili, mentre quelli di trasporto per abitante si riducono progressivamente), ma passando da 1.000 a 2.000 abitanti si nota un rallentamento. Tale comportamento è dovuto al fatto che i costi di trasporto, causa principale del risparmio della raccolta alternativa grazie all'ottimizzazione dei giri di

svuotamento, differiscono sempre meno, anche se il secco captato è sensibilmente differente. Tale differenza nasce dal fatto che attualmente si raccoglie rifiuto indifferenziato, quindi anche organico, mentre è difficile pensare che per quanto sia ampio il bacino, ora si utilizzino più di 2,5 svuotamenti a settimana per una singola area. Un numero così alto di giri è comunque giustificato dal fatto che i contenitori di proprietà della PUC sono pochi e che attualmente si preferisce mantenere lo status quo, piuttosto che investire e modificare la logistica.

Comunque anche dal punto di vista degli investimenti necessari la raccolta alternativa è preferibile, visto che non richiede obbligatoriamente una modifica del parco veicoli esistente e che, anzi, riesce ad evitare molti giri in zone con strade in pessime condizioni. Investimenti sarebbero comunque auspicabili, ma non strettamente necessari, proprio in veicoli, ma di maggior dimensioni, al fine di ridurre ulteriormente i costi. Anche i contenitori da dare in comodato d'uso, si pensa principalmente a gabbie, risultano più economici rispetto ad altri da lasciare all'aperto in luoghi pubblici, considerando anche i danni che questi ultimi solitamente subiscono e la conseguente necessità di venire periodicamente sostituiti.

Ritornando alla figura 4, dalla linea di tendenza si desume un risparmio di 0,08 €/abitante/mese, con numero di abitanti minimo, l'intercetta, a 68. Tale valore, puramente teorico, si può innalzare cautelativamente almeno a 100, popolazione per cui si è valutato nello specifico che si raggiunge praticamente il pareggio rispetto alla raccolta attuale. Le aree extraurbane della municipalità di Novi Pazar risulterebbero quindi coperte da tale pratica nel 54% dei casi e, in termini di popolazione, al 94%. Nel grafico di figura 6 sono stati stimati i costi specifici per abitante delle due tipologie di raccolta partendo dai costi generali, ma sono necessarie alcune annotazioni prima di applicarle al caso di Novi Pazar.

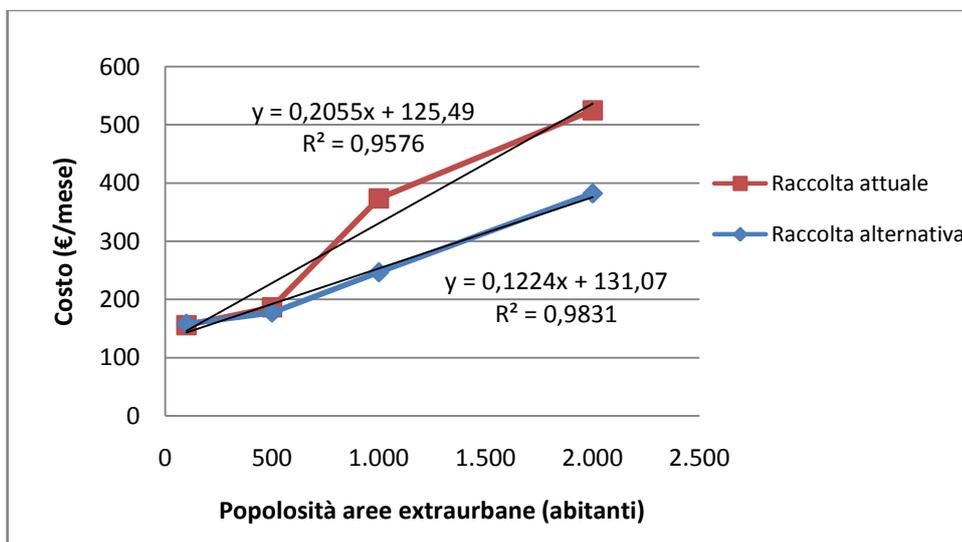



Fig.6: confronto dei costi di raccolta rispetto alla popolosità delle aree.

Infatti dalle linee di tendenza, ben approssimate a rette, i costi risultano composti da una parte fissa, rispettivamente di 125 e 131 €/mese per attuale ed alternativa, e da una variabile, rispettivamente di 0,21 e 0,12 €/abitante/mese, ma entrambe sottostimano le aree con meno di 100 abitanti. Per tali zone bisogna considerare come costi fissi nella raccolta attuale quelli di trasporto, cioè 148 €/mese assumendo un minimo di uno svuotamento a settimana, mentre in quella alternativa ancora quelli di trasporto, uno svuotamento al mese, e del fisso dell'operatore, di 100 €/mese, per un totale di 137 €/mese. La parte variabile nella raccolta attuale è rappresentata dai costi di smaltimento, cioè 0,08 €/abitante/mese, mentre nella raccolta alternativa risulta negativa, -0,15 €/abitante/mese, quindi un guadagno, visto che la vendita dei riciclabili supera i costi di smaltimento del residuo. Tali considerazioni valgono solo per il caso di aree inferiori ai 100 abitanti, visto che per zone più popolose aumenta il numeri dei giri, cambiano le quantità minime di materiali da conferire ed in generale ci sono variazioni non lineari dei costi. Con tali stime anche per queste aree risulta più economico un servizio alternativo, anche se a costi specifici molto elevati. Coprire l'intera area extraurbana, infatti, risulta costare 16.881 €/mese, di cui ben 5.874 per il solo 6% della popolazione; il risparmio sarebbe comunque sensibile, stimabile in circa 3.422 €/mese, cioè una riduzione del 17%, e si riuscirebbero a captare circa 100 tonnellata al mese di secco in più.

I costi di impianto richiedono l'acquisto minimo di 2 gabbie per area, quindi 160 €, e del materiale per la raccolta, cioè tuta, guanti ed alcuni contenitori di piccole dimensioni per ulteriori 20 €, ma per comunità sopra i 200 abitanti si mantiene comunque un costo procapite di 0,75 - 0,8 €/abitante servito. Per Novi Pazar si stima un costo complessivo di 34.300 €, pari a 0,97 €/abitante. Per quanto riguarda i mezzi di raccolta, non vengono forniti veicoli per aree con meno di 200 abitanti, mentre fino a 1.000 un motociclo con rimorchio e sopra un motocarro a vasca da 3 m^3, con costi rispettivamente di 3.000 e 10.000 €. Il costo complessivo dei veicoli per Novi Pazar sarebbe di 176.000 €, cioè 5 €/abitante servito, quindi significativo. Comunque, se possibile, è preferibile far utilizzare mezzi propri agli operatori o concordare con loro la tipologia più adatta all'area di loro competenza.

I costi di comunicazione consistono nella produzione di una brochure espositiva del nuovo sistema e di un depliant sul compostaggio domestico in numero di una copia per famiglia servita. Inoltre si organizza un corso di 3 ore in ogni area con almeno 200 abitanti e si prevede, sempre per tali comunità, un supporto tecnico per la progettazione e la gestione di 5 ore. I costi preventivati sono poco inferiori ai 9.250 €, cioè 0,26 €/abitante.

Valutando invece l'impatto in termini di emissioni, si ottiene una forte riduzione, esprimibile in circa 2.737 tCO_2e/anno per tutta la popolazione. Infatti si eviterebbero completamente quelle relative allo smaltimento in discarica del rifiuto indifferenziato, considerando il sito di conferimento attualmente in uso, e si conterrebbero notevolmente quelle provocate dal materiale non raccolto dal sistema. Per i calcoli sono state valutate ed utilizzate le composizioni merceologiche nei due casi e si è ipotizzato che attualmente il 30% del materiale organico non raccolto non venga smaltito in discariche abusive (compostaggio domestico, spandimento agronomico); inoltre si è assunto che in futuro, nonostante le campagne di sensibilizzazione e l'uso sistematico del compostaggio, un 20% di organico risulti comunque smaltito in modo non appropriato. Inoltre si è considerato che l'organico nel ciclo dei rifiuti sia composto per il 70% da umido (materiale rapidamente biodegradabile), per il 20% da sfalci e per il 10% da legno. Infatti in tali zone, fortemente rurali, le componenti verdi non sono sicuramente trascurabili, ma finiscono solo in piccola parte nel ciclo dei rifiuti.
La riduzione procapite per la popolazione extraurbana, valutata con l'utilizzo dell'attuale discarica di Novi Pazar, è di 0,078 tCO_2/abitante/anno, mentre considerando un caso generale con uno smaltimento corretto si eviterebbero comunque 0,053 tCO_2/abitante/anno (per il caso di studio 1.851 tCO_2/anno).
Ad ora la popolazione extraurbana di Novi Pazar è coperta solo per il 15% circa, con risultati quantomeno discutibili.

Introdurre una simile tipologia di raccolta richiederebbe tempi abbastanza contenuti, consistenti nel pianificare le modifiche, individuare le aree, assumere i relativi operatori ed acquistare ed impiantare i contenitori. Nel mentre si deve organizzare il sistema di gestione degli svuotamenti ed adattare la capacità ricettiva per accettare i quantitativi di riciclabili e di secco residuo che verranno raccolti in più. Un grosso vantaggio di tale modalità è che può essere introdotta gradualmente ed, anzi, richiede un primo periodo di prova in una specifica area territoriale per ottenere dei primi risultati operativi e confrontarli con quelli previsti dal modello. Le ore lavoro liberate dei mezzi e degli operatori possono essere utilizzate in altro modo, magari per potenziare la raccolta in zone dove è più carente o, come verrà presentato in seguito, per riorganizzare completamente il sistema.
In fase di pianificazione si dovranno considerare con attenzione le effettive possibilità di vendita dei riciclabili, in modo da non sovrastimare i ricavi relativi. Anche da questo punto di vista si prevede un processo graduale, comprendente la separazione e la vendita prima di

alcuni materiali a cui poi se ne aggiungeranno altri. Il fattore tempo è comunque fondamentale, non tanto per l'impianto quanto per il funzionamento a regime e l'ottimizzazione del sistema, e sarà importante svolgere periodiche attività informative e di sensibilizzazione nella popolazione interessata, facilitando così il lavoro dell'operatore e garantire un corretto smaltimento anche della frazione organica.

Nella scelta degli operatori è auspicabile il coinvolgimento, dove presente, della comunità Rom. Tale scelta è consigliata sia per l'esperienza che già possiedono nel settore, sia per far emergere il loro operato, migliorando le loro condizioni di vita ed il rapporto con le altre comunità. Si avrebbero anche impatti sociali non indifferenti, con conseguenze positive assolutamente auspicabili.

Come già accennato, tale modalità può essere utilizzata anche per quei quartieri difficilmente raggiungibili che sono presenti praticamente in ogni città, ma richiede significative modifiche in fase di previsione. Cambiano infatti le distanze, e quindi i costi di trasporto, cambiano le ipotesi relative alle densità abitative e molto probabilmente anche le produzioni procapite e la relative composizioni merceologiche, variando notevolmente le quantità raccolte. In questo caso risulta imprescindibile un drastico adattamento del modello al contesto, impedendo previsioni di massima. Resta comunque, in linea teorica, un approccio valido al problema, con sicuri vantaggi da un punto di vista ambientale rispetto alla pratica attuale.

Riassunto dei costi benefici

Costi di impianto	
Minimo (2 gabbie, equipaggiamento):	180 €
Aree con più di 200 abitanti:	0,75 – 0,8 €/abitante
Veicoli (se necessari, aree grandi):	5 €/abitante
Costi di sensibilizzazione	
Comunicazione e supporto:	0,26 €/abitante
Costi di gestione	
Aree con meno di 100 abitanti:	137 €/mese – 0,15 €/abitante/mese
Aree con più di 100 abitanti:	131 €/mese + 0,12 €/abitante/mese
Costi di gestione della pratica attuale	
Aree con meno di 100 abitanti:	148 €/mese + 0,08 €/abitante/mese
Aree con più di 100 abitanti:	125 €/mese + 0,21 €/abitante/mese
Benefici ambientali	
Emissioni evitate (con discarica controllata):	0,053 t CO_2/abitante/anno
Rifiuto secco raccolto in più:	2,84 kg/abitante/anno

4.2.2 Sistema di raccolta secco – umido

La raccolta differenziata dei rifiuti organici compostabili è una soluzione necessaria per raggiungere alti livelli di recupero di materia, con tutti i vantaggi economici ed ambientali ad essi associati. In tal modo si registra un sensibile aumento della frazione raccolta, come dimostrato da diversi studi[73], riuscendo anche a superare il 70%, sia in singoli comuni di piccole dimensioni, sia per città o aree coperte da consorzi con bacini di utenza di alcune centinaia di migliaia di abitanti.

Nella realtà balcanica non si è a conoscenza di sistemi che raccolgano separatamente la frazione organica e neanche di studi che stimino, per esempio, la sua suddivisione in umido e verde. Con il primo termine si intendono gli scarti da cucina, con peso specifico e fermentescibilità elevati ed una produzione di carattere giornaliero, mentre il secondo indica sia foglie e potature, sia sfalci. In questo caso la fermentescibilità è medio bassa, la produzione è occasionale e stagionale e dipende, come il peso specifico, dalle caratteristiche del territorio. Infatti in Italia si considera una produzione legata all'area verde di 3 - 6 kg/m^3/anno di sfalci erbosi[74], con un peso specifico, insieme a foglie e potature, di 150 – 200 kg/m^3, che può raddoppiare in presenza di arbusti e siepi; gli sfalci, invece, presentano un peso specifico di 400 – 500 kg/m^3.

Visto il carattere stagionale e discontinuo della produzione della frazione verde in Italia, e si reputa che la situazione sia simile anche nel contesto balcanico, è stato dedicato un circuito specifico, con caratteristiche diverse rispetto alle altre frazioni di rifiuti. Infatti, a seconda dei contesti, sono organizzati spazi ad hoc negli ecocentri oppure svuotamenti con frequenze dipendenti dal periodo dell'anno, magari con la possibilità di effettuare un servizio a richiesta, riuscendo comunque ad adattarsi alla variabilità delle caratteristiche fisiche e delle quantità da trattare. Un'ulteriore soluzione proposta in ambito italiano è di garantire il conferimento dello scarto verde gratuito in ecocentri, rendere possibile il servizio a domicilio solo per determinati periodi dell'anno, ma applicando una tariffa, e prevenire tramite controlli il conferimento con

[73] Ricci M., Tornavacca A., Francia C., "Gestione Integrata dei Rifiuti Urbani: Analisi Comparata dei Sistemi di Raccolta", Federambiente, 2003.

[74] Tali dati, come molti altri presentati in seguito, provengono da: Giacetti W., Venturi R., Lepore P. "Le Raccolte Differenziate dei Rifiuti Organici: Sistemi di Raccolta della Frazione Umida a Confronto", Ecomondo, Rimini, 7 - 10 Novembre 2007.

l'umido; in tal modo si preserverebbe ed incentiverebbe implicitamente la pratica del compostaggio domestico[75].

La scelta di scindere la raccolta del verde dall'umido consente anche altri vantaggi quali:

- utilizzare mezzi specifici, e quindi più adatti, per le due tipologie di rifiuti;
- slegare le frequenze di svuotamento;
- dimensionare adeguatamente i contenitori per l'umido, vista l'assenza della variabilità stagionale provocata dal verde;
- ottimizzare i costi di gestione, vista la possibilità di trattare diversamente ed in maniera più adeguata ambo le frazioni;
- incentivare, con il sostegno di un programma di promozione, il compostaggio domestico nelle abitazioni con giardino almeno della frazione verde.

In molte zone di BiH e Serbia già si effettuano giri straordinari nei periodi di potatura, quindi sistematizzare e meglio organizzare tale pratica non dovrebbe risultare troppo complesso. Oltretutto non essendo estranea alla mentalità locale, la sua introduzione non dovrebbe comportare difficoltà di adattamento da parte della popolazione locale. Purtroppo la mancanza di dati e la forte dipendenza dal contesto impediscono indicazioni in termini di costi, ma in linea generale possono essere seguite le indicazioni per la raccolta dell'umido, con le dovute modifiche legate a stagionalità e peso specifico.

La raccolta della frazione umida può essere quindi pianificata senza considerare particolari fluttuazioni di produzione nell'arco dell'anno, con svuotamenti di contenitori a domicilio o stradali con frequenza bisettimanale, per venire incontro all'elevata fementescibilità del materiale. In particolare la scelta di domiciliarizzare il servizio è sostenuta dai seguenti vantaggi dimostrati dalla pratica:

- aumento della frazione effettivamente differenziata;
- aumento della qualità del materiale conferito (riduzione delle impurità presenti);
- aumento della qualità delle altre frazioni secche (riduzione della possibilità di conferimenti errati);
- diminuzione dei pretrattamenti richiesti per la gestione della frazione raccolta con una conseguente riduzione dei costi complessivi di trattamento;
- aumento della separazione effettiva tra umido e verde;

[75] Ricci M., "I Sistemi di Raccolta Secco-Umido: Comparazione delle Caratteristiche e dei Risultati Quantitativi, Qualitativi ed Economici", Compendio tecnico C.I.C., 2005.

- maggior coinvolgimento e partecipazione da parte dell'utenza;
- maggior comodità da parte dell'utenza per quanto riguardo la distanza;
- riduzione della necessità di campagne di comunicazione al cittadino (diventa prassi differenziare il rifiuto e consegnarlo);
- aumento della pratica del compostaggio domestico;
- effettiva possibilità di controllare i conferimenti;
- possibilità, in futuro, di passare da un sistema di tassazione ad uno di tariffazione puntuale.

Risulta inoltre fondamentale la possibilità di utilizzare il parco veicoli già in uso, senza la necessità di particolari investimenti; se invece servisse un potenziamento, sarebbe necessario l'acquisto di mezzi di dimensioni medio piccole senza strutture compattanti, quindi con un costo più contenuto. Ancora tale tipo di raccolta, grazie all'uso di mezzi più agili, è adatto anche per quartieri con vie strette o difficilmente raggiungibili.

L'unico svantaggio per il cittadino, a parte il differenziare i propri rifiuto, attività che gli viene comunque richiesta, è di dover rispettare una frequenza di svuotamenti prefissata; tale disagio sembra assolutamente superabile, viste soprattutto le attuali condizioni del servizio e che sono già abituati ad esporre all'esterno i loro contenitori; anche per questo, infatti, si propone l'utilizzo di mastelli o bidoni, a seconda del numero di abitanti dell'utenza.

Risulta necessario l'uso di sacchetti per evitare che i contenitori si sporchino eccessivamente, costringendo l'utenza ad operazioni di pulizia troppo frequenti. La soluzione ideale sarebbe di utilizzarne in materiale biodegradabile, quindi compostabile, in modo che nelle successive fasi di trattamento l'umido da processare presenti un contenuto di impurità molto basso[76]. I sacchetti verrebbero naturalmente distribuiti gratuitamente dalla PUC, ma non è assolutamente certo il loro utilizzo da parte dell'utenza, che dovrebbe abituarsi al loro uso sistematico. In alternativa si potrebbero utilizzare sacchetti in polietilene, più economici e soprattutto trasparenti: si faciliterebbero così i controllo del materiale al momento della raccolta, aspetto sicuramente molto importante nell'introduzione del nuovo sistema. Scegliendo questa seconda opzione si potrebbe probabilmente evitare la distribuzione dei sacchetti: tutti i negozi ne distribuiscono con abbondanza di molto simili, sempre in polietilene e solamente poco più leggeri, che sono quindi già molto diffusi. Negli scenari proposti verrà comunque considerata la prima possibilità, quindi la distribuzione di sacchetti

[76] Mambretti S., Roverato C., "I Fattori che Influenzano la Qualità della Frazione Organica", Idecom S.r.l., Osservatorio Regionale Compostaggio A.R.P.A.V., C.I.C., 2007.

biodegradabili, fornendo comunque l'eventuale risparmio ottenuto scegliendo quelli in polietilene o non distribuendone affatto.

Visto che la maggioranza delle utenze nella quasi totalità delle municipalità è composta da abitazioni a sviluppo orizzontale (a tale affermazione fanno naturalmente eccezione Sarajevo, Belgrado e le aree più densamente popolate delle principali città), si prevedono svuotamenti manuali con un conseguente migliore controllo del materiale conferito, oltre alla possibilità di utilizzare contenitori propri, come già avviene. Così facendo si verrebbe ulteriormente incontro all'utenza, rendendo il passaggio al nuovo sistema più facile.

Un primo controllo da parte degli operatori sull'umido raccolto è sicuramente un aspetto importante, ma molto critico. Può infatti ridurre fortemente la presenza di impurità e l'uso di sacchetti sbagliati, aiutando l'utenza ad abituarsi al nuovo sistema e correggendo i comportamenti sbagliati, ma è necessaria una certa attenzione nell'atteggiamento da mantenere. Infatti, soprattutto nel periodo di start up, è fondamentale essere abbastanza elastici ed evitare, per esempio, di non raccogliere l'umido non perfettamente separato; infatti ci sarebbe il rischio molto forte di ritrovarsi con molti rifiuti per le strade, oltretutto con un elevato contenuto di sostanza rapidamente putrescibile. Quindi sarebbe meglio coinvolgere la popolazione e renderla attivamente partecipe del nuovo sistema, piuttosto che puntare su sanzioni o sospensioni del servizio in caso di errori da parte dell'utenza.

Per calcolare i costi di gestione di massima di un simile sistema si ipotizza l'utilizzo di mezzi a vasca tipo "daily", veicoli leggeri con una portata di 3 – 5 m^3 e supportati, per il solo trasporto della frazione organica raccolta, da autocarri per spostare cassoni scarrabili bassi, tipicamente da 16 – 18 m^3. I mezzi leggeri raccolgono porta a porta l'umido e, quando carichi, si svuotano nel cassone. Questo viene trasportato ad inizio turno in loco ed alla fine nel luogo di conferimento dall'autocarro, che risulta quindi impegnato solo per un tempo limitato del turno di svuotamento.

Il modello utilizzato tiene conto dell'attrezzatura presentata ma, come verrà mostrato, è possibile sostituire sia l'autocarro sia il cassone con altri veicoli già in uso, per esempio:

- autocarri non compattanti da 10 m^3 (sono presenti mezzi da 10, 12 e 20 m^3);
- benne da 5 m^3 scarrabili con l'apposito veicolo.

Infatti l'uso di veicoli compattanti è sconsigliato sia per il già elevato peso specifico dell'umido, sia per i problemi relativi alla gestione del percolato che verrebbe generato nei mezzi.

In sostanza si può portare il modello utilizzato per questa tipologia di raccolta nel contesto italiano a quello balcanico, con un semplice adeguamento dei parametri, potendo anche utilizzare i mezzi già in dotazione alle PUCs.
Vista l'effettiva possibilità di modifica del servizio, i calcoli verranno svolti per l'area urbana di municipalità da 5.000 a 100.000 abitanti, essendo quelle che possono optare con più facilità per il cambio di modalità. Ciò non toglie che, con leggeri adeguamenti, si possa utilizzare lo stesso modello anche per municipalità o gruppi di municipalità con bacini più ampi.
Viene anche ipotizzato un rapporto medio annuo di frazione umida su organico pari al 75%. Tale valore non è supportato da ricerche a riguardo, visto che anche le analisi merceologiche preferiscono il termine organico piuttosto che scindere le due frazioni lo compongono. Per questo è probabile che i valori medi calcolati al capitolo 2 sottostimino in realtà il verde prodotto, e quindi l'organico, anche se è difficile che davvero confluisca tutto nel sistema di gestione dei rifiuti. Infatti, sebbene lo sviluppo abitativo sia prevalentemente orizzontale e con ampi spazi non edificati, la cura non è tale da produrre ingenti quantitativi di verde ed una parte viene comunque compostata. Inoltre si considera un peso specifico dell'umido nel range di riferimento ma contenuto, per considerare la possibile presenza di scarti verdi da giardino presenti in queste zone.
Non viene invece considerata la produzione di utenze commerciali a causa dell'assoluta mancanza di dati. L'unico approccio in tal senso è stato tentato dal Piano per la Gestione dei Rifiuti della regione di Trebinje, ma in tale studio non vengono presentati i coefficienti utilizzati, mancano informazioni relative alla presenza media di simili attività in BiH e Serbia ed in generale la trattazione sembra poco accurata a riguardo[77]. È preferibile, al momento della progettazione del sistema, valutare il numero di utenze commerciali e di produttori di rifiuti da assimilare, in modo evidentemente attivo per utenze che sfruttano il porta a porta, e considerare il numero di abitanti apparenti relativo. Per fare ciò si considera un valore approssimativo dell'umido prodotto dalla tipologia di utenza e si ricavano gli abitanti apparenti corrispondenti in base alla produzione procapite. Per avere dati più attendibili conviene effettuare alcuni giri di svuotamento per la medesima tipologia di utenti o per il gruppo di utenze non domestiche che si andranno a servire ed effettuare l'analisi merceologica. Si può, in alternativa, raccogliere la sola frazione umida in modo da far coincidere l'analisi con una semplice operazione di pesatura.

[77] In realtà anche il CeTAmb ha tentato un simile approccio a Zavidoviči, ma non è sembrato opportuno generalizzare i dati locali ottenuti.

Si assumono quindi i seguenti valori di letteratura o relativi al contesto locale:

- produzione di umido procapite: 0,33 kg/abitante/giorno;
- frazione di popolazione urbana delle municipalità: 50%;
- svuotamenti annuali per zona: 104 turni/anno (frequenza bisettimanale);
- produttività media veicoli tipo daily: 1.000 utenze/turno;
- dimensioni utenze: 3 abitanti/utenza;
- durata turno: 6,08 ore;
- impiego cassone: 1,05 ore;
- costo autocarro: 27 €/ora;
- costo veicolo tipo daily: 7 €/ora;
- costo operatore: 2,5 €/ora;
- numero di operatori richiesti: 3;
- portata autocarro: 5.500 kg;
- costo sacchetti biodegradabili 0,06 €/sacchetto;
- costo sacchetti trasparenti in polietilene 0,02 €/sacchetto;
- numero di sacchetti distribuiti 120 sacchetti/utenza/anno.

Si possono ora calcolare i seguenti valori di interesse:

- abitanti serviti in un turno: 3.000 abitanti/turno;
- costo della raccolta annuo per 3.000 abitanti: 20.581 €/anno;
- costo della raccolta annuo procapite (sacchetti biodegradabili): 6,86 €/abitante/anno;
- costo della raccolta annuo procapite (sacchetti in polietilene): 5,26 €/abitante/anno;
- costo della raccolta annuo procapite (senza sacchetti): 4,46 €/abitante/anno
- quantità raccolta per turno: 3.475 kg/turno;
- volume raccolto per turno: 7 m^3.

Alla luce del volume raccolto risulta quindi possibile utilizzare autocompattatori già in dotazione, direttamente o in eventuale combinazione con mezzi più leggeri, a patto che abbiano una portata adeguata e che disattivino il sistema di compattazione; la produttività per turno di un autocompattatore a 3 assi risulta, per esempio, il 40% maggiore rispetto ad un veicolo tipo daily. Ancora è possibile utilizzare benne da 3 o 5 m^3, molto diffuse nei Balcani, trasportate in zona per il tempo del turno e quindi portate fino al luogo di conferimento. In questo caso è necessario organizzare turni di svuotamento più brevi, con un numero di utenze servite inferiore, ad esempio 4 ore e 1.970 abitanti circa, vista la minor capienza disponibile. Ancora è possibile utilizzare solamente i mezzi leggeri, senza cassone o benne, per le zone

vicine al sito di conferimento dell'umido o dove le dimensioni ridotte della municipalità rendano più rapido e conveniente il trasporto diretto.

Il modello ha mostrato una buona corrispondenza con casi italiani, prevedendo anzi costi superiori alla realtà per diverse aree a bassa popolazione; si reputa, quindi, che anche BiH e Serbia presentino costi in linea con quelli mostrati nel grafico di figura 7.

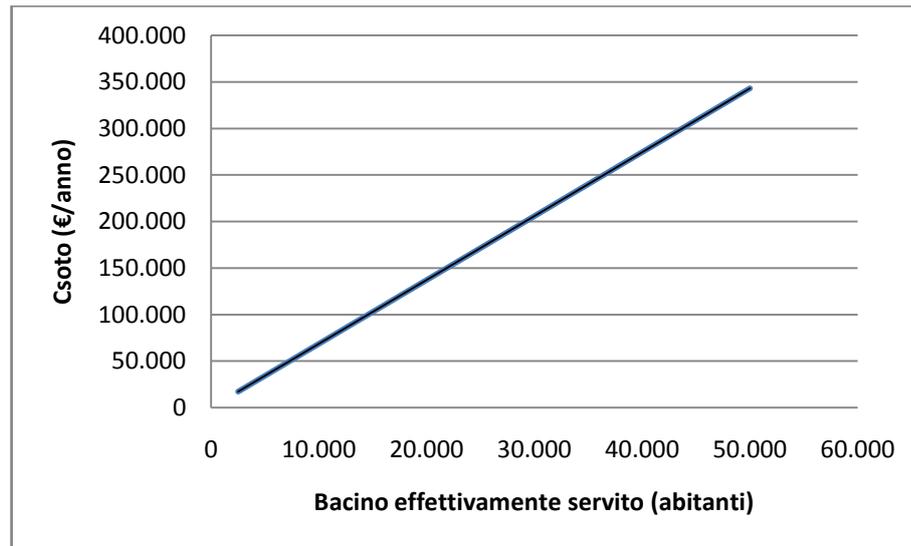



Fig.7: costi annui della raccolta della frazione umida.

Ai costi di raccolta vanno aggiunti quelli legati al recupero di materia tramite, molto presumibilmente, compostaggio. Purtroppo non sono note esperienze simili per la frazione umida in BiH o Serbia, quindi è necessario ipotizzare che la PUC debba avviarne una almeno per l'area urbana. Alcune indicazioni in tal senso verranno fornite nel proseguo del capitolo, intanto si ipotizza un impianto di compostaggio a bassa meccanizzazione con un costo di trattamento di 10 €/tonnellata[78]. Considerando interamente la frazione organica, quindi anche il verde, si ottiene un costo di smaltimento annuo procapite di 1,61 €/abitante/anno.

Il numero di mezzi e di operatori impegnati nella raccolta dell'umido dipende dall'organizzazione dei turni relativi alle diverse zone della città. Infatti, considerando di poter far lavorare un gruppo di attrezzature (veicolo daily + cassone scarrabile) per due turni al giorno, con squadre diverse, si riesce a coprire una popolazione di 21.000 persone. Per bacini di utenza maggiori risulta quindi necessario l'utilizzo di altri gruppi di attrezzature; ciò

[78] Con un simile sistema, in contesti a basso costo del lavoro e portate fino a 30 t/giorno, l'intervallo è di 5 - 20 US $/t, cioè 3,5 - 14 €/t: Dulac N., Scheinberg A., "The Organic Waste Flow in Integrated Sustainable Waste Management – Tools for Decision-makers – Experiences from the Urban Expertise Programme", 2001.

risulta utile anche in previsione di possibili pause del servizio causa manutenzione per evitare di interrompere il servizio.

La raccolta del secco risulta di più difficile lettura: infatti se nel panorama italiano si spinge per la domiciliarizzazione anche di questa frazione, il basso costo del lavoro e le difficoltà di acquistare e mantenere veicoli più costosi come gli autocompattatori possono far propendere per raccolte stradali, magari seguite da operazioni di cernita manuale.
La raccolta porta a porta a prescindere dalla combinazione prescelta presenta sicuramente una maggiore quantità e qualità del materiale recuperato alla fonte, quindi maggiori profitti di vendita, una riduzione di conferimenti errati grazie ad un primo controllo dell'operatore ed il forte vantaggio di eliminare dalle strade i contenitori. Purtroppo, vista la realtà attuale, quest'ultima caratteristica potrebbe portare ad un aumento dei rifiuti smaltiti abusivamente, piuttosto che impropriamente. Una soluzione potrebbe consistere nel mantenere ancora per un determinato periodo dei cassonetti nelle strade, con una frequenza di svuotamento però molto ridotta, ma è prevedibile che parte dell'utenza li utilizzerebbe come se il sistema non fosse in cambiamento. La comunicazione risulta quindi fondamentale, ancor più che in altri contesti, per far sì che la popolazione accetti il nuovo approccio del servizio e partecipi attivamente.
Per valutare le quantità effettivamente recuperabili con i due diversi approcci, la raccolta stradale e quella porta a porta, si ipotizzano diverse efficienze di separazione dovute al differente livello di impegno richiesto alla popolazione. Infatti non tutte le frazioni di riciclabili finiscono nel flusso appropriato, bensì una parte contribuisce ad accrescere il secco residuo. I valori utilizzati e le conseguenti produzioni procapite delle diverse frazioni raccolte, calcolate in base alla composizione merceologica stimata per municipalità da 5.000 a 100.000 abitanti, sono riportate in tabella 3, insieme ai rispettivi pesi specifici. Sono anche riportate le raccolte congiunte e multimateriale più diffuse in Italia ed i rispettivi pesi specifici calcolati per le composizioni locali[79].

---

[79] A titolo di confronto in Italia si assumo i seguenti pesi specifici: combinata vetro-lattine 150 - 200 kg/m^3, multimateriale vetro - plastica - lattine ("contenitori per liquidi") 70 – 80 kg/m^3. Per il secco residuo viene comunque assunto il valore di 80 kg/m^3. Questo e molti dati in seguito utilizzati sono tratti da "La Raccolta Differenziata – Aspetti Progettuali e Gestionali", ANPA, 1999.

	Raccolta stradale	**Raccolta porta a porta**	
Efficienza di separazione dei riciclabili da parte dell'utenza	40%	70%	**Peso specifico**
Produzione annua procapite	*kg/ab/anno*	*kg/ab/anno*	*kg/m3*
Secco residuo	168,6	114,4	80
Carta	32,1	56,2	200
Vetro	11,2	19,7	250
Plastica	24,1	42,2	25
Metalli	4,8	8,4	100
Carta, plastica e metalli	61,0	106,8	123
Tutti i riciclabili	72,3	126,5	143
Vetro, plastica e metalli	40,2	70,3	97
Vetro e metalli	16,1	28,1	205
Plastica e metalli	28,9	50,6	38

Tab.3: produzione annua procapite e peso specifico delle frazioni secche e delle principali raccolte in condizioni di servizio stradale e porta a porta.

Per la progettazione del servizio di raccolta porta a porta e la stima dei costi ci si può servire del modello già utilizzato per l’umido, ma servono alcune considerazioni: il basso peso specifico di tutte le frazioni a parte il vetro ed eventualmente la carta e la congiunta vetro-metalli rende necessario l’uso di mezzi compattanti. In alternativa si può ridurre la durata dei turni per rendere trasportabili le portate o accoppiare i mezzi a vasca a contenitori scarrabili compattanti, scelta quest’ultima inefficiente[80]. La decisione di variare la durata dei turni pare difficile da gestire a livello organizzativo, a meno che non si applichi a tutti i turni di raccolta o, quantomeno, a quelli riferiti al secco. Infatti è possibile organizzare durate diverse rispetto all’umido, visto che è consigliato l’utilizzo di mezzi diversi per le frazioni secche, ma la logistica risulterebbe particolarmente complessa in quei casi dove uno o più veicoli non lavorino soltanto su un singolo flusso. Inoltre la riduzione della durata dei turni di raccolta rende praticamente uguali i costi specifici utilizzando mezzi a vasca o cassonati, facendo optare decisamente per la seconda tipologia di mezzi.

[80] Il sistema compattante integrato provoca un notevole aumento del peso del cassone, costringendo ad utilizzare autocarri a portata maggiore o a non riempire completamente il container.

La scelta dei flussi più appropriata per il contesto locale sembra risultare quella che considera le raccolte di secco residuo e riciclabili (scenario A), considerando la possibilità di svuotare separatamente la carta (scenario B). Tale variazione, applicabile solo ad alcune realtà visto che richiede un maggior numero di contenitori, un maggior impegno da parte dei cittadini e soprattutto un ulteriore flusso da svuotare, porta ad un miglioramento qualitativo della raccolta e quindi ad un maggior prezzo di vendita. Inoltre la raccolta di tale frazione, ipotizzando turni da 3,5 ore con copertura di 2.300 abitanti, può essere effettuata con mezzi non compattanti. La scelta di turni di durata così breve risulta in ogni caso vantaggiosa per permettere raccolte settimanali con mezzi compattanti di dimensioni contenute. Infatti per municipalità di queste dimensioni non è consigliato l'uso di mezzi di grandi capacità, per esempio 25 m^3, visti sia i costi, sia l'uso comunque limitato. Inoltre, in tal modo, i turni prevedono svuotamenti di portata e peso compatibili con i mezzi già in dotazione alle PUCs.

Aggiungendo anche la raccolta separata del vetro, domiciliare (scenario C) o stradale, è possibile ottenere un risultato interessante: si riesce a ridurre il numero di svuotamenti richiesti a settimana, ma a patto di utilizzare mezzi compattanti anche per la carta e la congiunta plastica e metalli. Il vetro, se raccolto a domicilio, non lo richiederebbe, mantenendo comunque la cadenza bisettimanale.

La scelta di effettuare raccolte multimateriali, tutti i riciclabili assieme o i "contenitori per liquidi", è comunque preferibile per la semplificazione logistica conseguente, il minor impegno almeno iniziale richiesto alla popolazione, sperando quindi in una buona risposta, e per il costo contenuto del lavoro e quindi della cernita manuale a valle. In un futuro, quando crescerà il valore dei riciclabili ed il costo della manodopera, la cittadinanza sarà abituata a separare i rifiuti e la PUC avrà acquisito esperienza nel gestire la raccolta, sarà possibile effettuare ulteriori selezioni alla fonte.

Quindi si considera l'utilizzo di mezzi cassonati di dimensioni medio-grandi, con eventuale sistema di compattazione che porti il materiale al peso specifico di 350 kg/m^3. Si ricorda che l'uso di autocompattatori permette l'utilizzo di un singolo mezzo, aumentando la produttività rispetto ai mezzi a vasca del 40%, anche se i costi specifici aumentano.

Vengono perciò utilizzati i seguenti parametri:

- svuotamenti del secco residuo annuali per zona: 52 turni/anno (frequenza settimanale);
- durata del turno: 3,5 ore;
- produttività media cassonato: 806 utenze/turno;
- numero di operatori richiesti: 3;

- costo cassonato: 27 €/ora;
- costo sacchi per il residuo: 0,06 €/sacco;

Si ricavano i seguenti valori:

- abitanti serviti in un turno: 2.300 abitanti/turno;
- costo della raccolta settimanale annuo per un flusso per 2.300 abitanti: 3.148 €/anno;
- costo di raccolta settimanale procapite annuo per un flusso: 2,73 €/abitante/anno;
- costo aggiuntivo procapite per il secco residuo (sacchi): 1,04 €/abitante/anno.

Le frequenze del servizio[81], le quantità raccolte ed i rispettivi volumi nei 3 scenari considerati (residuo + tutti i riciclabili, residuo + carta + vetro, plastica e metalli, residuo + carta + vetro + plastica e metalli) sono riportati in tabella 4.

	Frequenza servizio	**Quantità raccolte con un turno di svuotamento**		
Scenario A	*turni/settimana*	*kg/turno*	*m3/turno*	*m3/turno compattati*
Secco residuo	1	5.053	63	14
Tutti i riciclabili	1	5.585	39	16
Scenario B				
Secco residuo	1	5.053	63	14
Carta	1	2.482	12	7
Vetro, plastica e metalli	1	3.103	32	9
Scenario C				
Secco residuo	1	5.053	63	14
Carta	0,5	4.964	25	14
Vetro	0,5	1.738	7	5
Plastica e metalli	0,5	4.468	119	13

Tab.4: stime delle quantità e dei volumi raccolti per 3 diversi scenari per il secco porta a porta.

I costi del servizio di raccolta sono quindi ricavati in base al numero degli svuotamenti richiesti a settimana ed in funzione della popolazione, in modo del tutto analogo a quello utilizzato per l'umido. I risultati del modello per i 3 scenari considerati sono riportati nel grafico di figura 8. Bisogna sottolineare che questi costi sono al lordo sia dei costi di trasporto in discarica e smaltimento, sia dei ricavi della vendita dei riciclabili.

[81] Un'alternativa interessante, ma attualmente estranea al contesto, potrebbe essere l'utilizzo di autocompattatori a doppio scomparto. In realtà a bassa densità e numero contenuto di utenze, si potrebbe riuscire a coprire due flussi contemporaneamente, riducendo i costi di gestione.

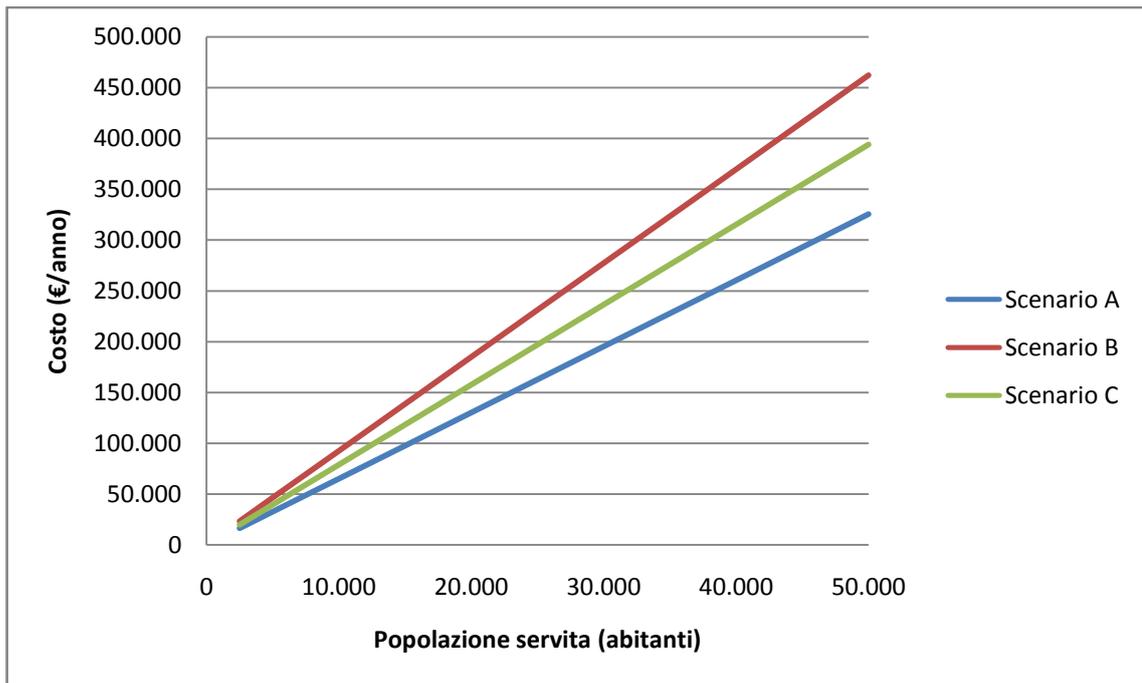



Fig.8: costi della raccolta porta a porta del secco.

Per valutare tali profitti si considerano i prezzi di vendita stimati e già utilizzati in precedenza e si ipotizza una diversa qualità dei riciclabili recuperati a seconda dei diversi scenari di raccolta. In particolare si ipotizza che un flusso monomateriale contenga una quantità di conferimenti impropri trascurabile[82], mentre la multimateriale presenti la possibilità di vendere solo una parte del raccolto, esprimibile da un coefficiente di resa (vedi tabella 5); in questo caso la carta presenta un valore inferiore a causa della possibilità di sporcarsi a contatto con altri materiali non puliti. La raccolta congiunta plastica – metallo non presenta invece particolari problemi per i riciclabili, né conferimenti impropri significativi, grazie alla maggior attenzione rispetto alle multimateriale.

	Scenario A	***Scenario B***	***Scenario C***
Carta	60%	100%	100%
Vetro	90%	90%	100%
Plastica	90%	90%	100%
Metalli	90%	90%	100%

Tab.5: coefficienza di resa della raccolta per i diversi materiali.

[82] Ciò deriva dal fatto che si sono assunti come prezzi di vendita quelli utilizzati dagli scrap collectors, che vendono frazioni di qualità non elevata. Una differenziazione a vallo genererebbe sicuramente degli scarti, ma garantirebbe anche un ricavo maggiore.

I ricavi procapite stimati per i diversi scenari sono esposti in tabella 6, con il dettaglio di ogni materiale.

	Scenario A	*Scenario B*	*Scenario C*
Carta (€/ab/anno)	2,02	3,37	3,37
Vetro (€/ab/anno)	0,35	0,35	0,39
Plastica (€/ab/anno)	3,04	3,04	3,37
Metalli (€/ab/anno)	1,14	1,14	1,26
TOTALE	**6,55**	**7,90**	**8,40**

Tab.6: ricavi procapite dovuti alla vendita dei riciclabili.

Come è facilmente intuibile dai dati, in alcuni scenari i ricavi riescono a coprire interamente i costi di raccolta, portando il bilancio in attivo. Il grafico di figura 9 mostra come sia effettivamente più vantaggioso lo scenario C, raccolta congiunta plastica-metalli e monomateriale per le restanti frazioni, anche se presenta una maggior difficoltà organizzativa rispetto a quello A e l'incognita dell'effettiva partecipazione della popolazione.

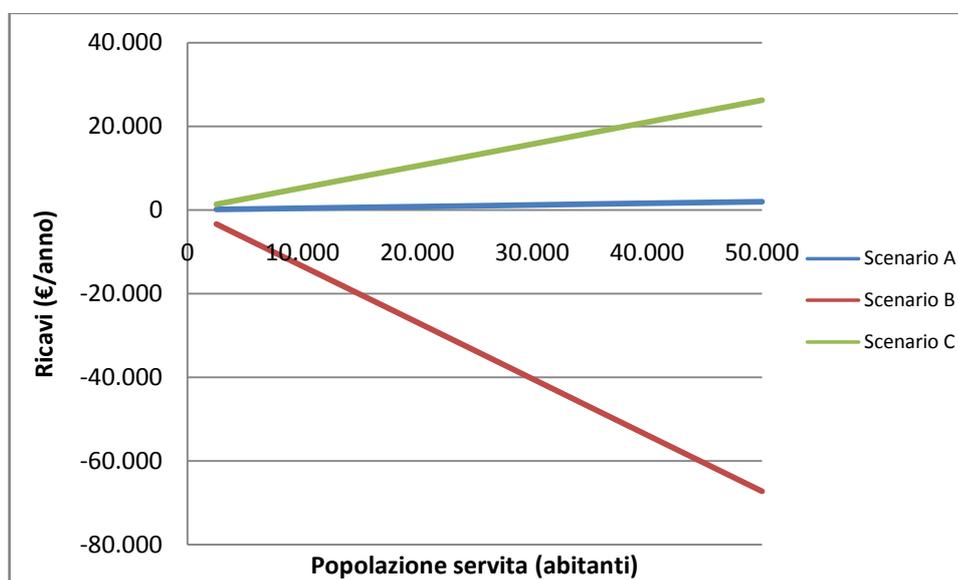



Fig.9: ricavi della vendita dei riciclabili al netto dei costi di raccolta porta a porta.

Considerando invece la modalità stradale di raccolta, si deve escludere di applicarla a tutte le frazioni secche. Infatti, viste le previsioni esposte adesso ed in tabella 3, relative al calo dell'efficienza di separazione di riciclabili in contenitori stradali da parte dell'utenza, si ridurrebbero notevolmente i ricavi di vendita; inoltre risulterebbe più comodo per l'utente non

separare le varie frazioni, conferendo tutto nel secco residuo. Si può invece sfruttare la leva della comodità organizzando un'eventuale raccolta stradale del solo residuo, magari con un numero di cassonetti per abitante contenuto, in modo da spingere il cittadino a meglio separare alla fonte. Il rischio è ancora quello di conferimenti abusivi, ma se il servizio è effettivamente ben gestito, il sistema può risultare vantaggioso.

Per il calcolo dei costi, un approccio chiede di imporre alcuni dati relativi al contesto quali il numero di svuotamenti all'anno, cioè la frequenza del servizio, il tasso di riempimento dei cassonetti allo svuotamento ed il volume degli stessi. A partire dalle quantità da svuotare e dai pesi specifici, si ottiene il numero di cassonetti necessari, da vagliare se conforme alla realtà locale. Infatti potrebbe risultare impossibile l'installazione di un numero di contenitori troppo elevato, come uno troppo esiguo potrebbe risultare insufficiente. La densità abitativa del sistema da servire diventa quindi un parametro fondamentale per valutare se il servizio è adeguato o meno. Nel caso studiato si è in un contesto urbano, ma le abitazioni sono a prevalente sviluppo orizzontale, quindi il rapporto di abitanti su cassonetti deve essere inferiore a 90 per ritenersi accettabile[83]. Il modello utilizzato è lineare e quindi si consideri che raddoppiando il numero di cassonetti si può mantenere il medesimo costo di raccolta a patto di dimezzare la frequenza di svuotamenti. Tale considerazione può rivelarsi utile per pianificare un numero idoneo di contenitori, con un aumento però dei costi di impianto rispetto a soluzioni con svuotamenti più frequenti.

Il modello può essere utilizzato, se lo richiede il contesto, anche cercando altre incognite, la frequenza del servizio ad esempio, ma verrà ora utilizzato come presentato con i seguenti parametri:

- quantità di secco residuo da raccogliere: 114 kg/abitante/anno;
- peso specifico secco residuo: 350 kg/m^3 (rifiuto compattato);
- tasso di riempimento cassonetto: 80%;
- volume di un cassonetto[84]: 1,1 m^3;
- svuotamenti annuali per cassonetto: 26 turni/anno (frequenza bisettimanale);
- produttività autocompattatore: 6 cassonetti/ora;
- costo orario autocompattatore: 27 €/ora.

Si ricavano quindi i seguenti risultati significativi:

- volume annuo da raccogliere: 0,41 m^3/abitante/anno;

[83] Tale valore si ottiene considerando che ogni cassonetto serva 15 utenze, ognuna composta da 2 famiglie di 3 persone.

[84] Tale scelta, arbitraria, è semplicemente dovuta alla già larga diffusione di tale contenitore.

- densità dei cassonetti: 70 abitanti/cassonetto;
- costo procapite annuo della raccolta: 2,14 €/abitante/anno.

Come si è mostrato, il numero dei contenitori è effettivamente sufficiente e si riescono a ridurre ulteriormente i costi di raccolta. Effettuando le medesime stime per le frazioni di carta e di vetro, le uniche per cui potrebbe convenire un conferimento stradale, si ottiene un rapporto di abitanti contenitori insufficiente, anche con svuotamenti mensili, almeno per il contesto indagato. Infatti realtà a più alta densità abitativa possono magari presentare le condizioni necessarie per rendere vantaggiosa la raccolta stradale di una di queste frazioni. Si ricordi però a proposito che la raccolta domiciliare permette tassi di intercettazione ed una qualità del materiale molto superiori, essendo in pratica necessaria per raggiungere percentuali di raccolta differenziata molto elevate.

Visti i risultati precedenti si propone a livello stradale la sola raccolta della frazione secca residua, sia per ridurre i costi di gestione sia, almeno all'inizio, per spingere i cittadini ad effettuare una buona separazione delle varie frazioni.

I costi di trasporto e di smaltimento dello scarto secco in discarica vengono quindi stimati in tabella 7 ipotizzando:

- portata massima dell'autocompattatore: 16 m^3;
- distanza dalla discarica: 20 km[85];
- velocità media: 40 km/ora;
- tempo in discarica: 0,5 ore;
- conferimento in discarica con cassone pieno a meno del tasso di riempimento (quindi in realtà pieno all'80%);
- costo di smaltimento: 15 €/tonnellata;
- si considerano anche i residui delle cernite effettuate sui riciclabili;
- non avviene ulteriore recupero di riciclabili dal differenziato.

[85] Questa distanza è considerata dalle autorità come massima per non richiede una stazione di trasferenza.

popolazione urbana	2.500	5.000	12.500	25.000	37.500	50.000
Tempo di raccolta scarto secco (ore/settimana)	6	6	15	30	45	59
Costo di raccolta scarto secco (€/anno)	5.341	10.681	26.703	53.406	80.109	106.811
Viaggi settimanali in discarica	1	2	6	12	18	24
Tempo per smaltimento (ore/settimana)	2	4	9	18	28	37
Costo di smaltimento scarto secco (€/anno)	7.596	15.191	37.978	75.955	113.933	151.910
Costo totale scarto secco (€/anno)	12.936	25.872	64.680	129.361	194.041	258.722
Scenario A						
scarti da cernita (kg/anno)	73.776	147.551	368.878	737.756	1.106.634	1.475.513
viaggi annuali aggiuntivi in discarica	13	26	66	132	198	263
Costo aggiuntivo di smaltimento (€/anno)	1.788	3.577	8.942	17.884	26.826	35.768
Costo complessivo scarti secchi (€/anno)	***14.724***	***29.449***	***73.622***	***147.245***	***220.867***	***294.490***
Scenario B						
scarti da cernita (kg/anno)	17.566	35.131	87.828	175.656	263.484	351.313
viaggi annuali aggiuntivi in discarica	3	6	16	31	47	63
Costo aggiuntivo di smaltimento (€/anno)	426	852	2.129	4.258	6.387	8.516
Costo complessivo scarti secchi (€/anno)	***13.362***	***26.724***	***66.809***	***133.619***	***200.428***	***267.238***
Scenario C						
Costo complessivo scarti secchi (€/anno)	***12.936***	***25.872***	***64.680***	***129.361***	***194.041***	***258.722***

NB: lo scenario C non prevede scarti da cernita, quindi costi aggiuntivi significativi.

Tab.7: stima dei costi dovuti a raccolta e smaltimento dello scarto secco complessivo per i diversi scenari.

Il bilancio complessivo di gestione dell'intervento, per i 3 diversi scenari, è riportato in tabella 8 ed illustrato nel grafico in figura 10. Si noti che i costi di raccolta dei riciclabili sono inferiori rispetto a quelli del secco complessivo prima illustrati; infatti, rispetto a tali valori, sono stati esclusi i costi legati alla raccolta domiciliare dello scarto secco. Non sono compresi i costi legati alla raccolta del verde e alla cernita dei riciclabili: sia i primi, troppo variabili e legati al contesto per poter essere generalizzati ma comunque limitati visto la contenuta frazione da gestire, sia i secondi si considerano compresi nei costi non previsti, pari al 15% del totale.

popolazione urbana	**2.500**	**12.500**	**37.500**	**50.000**	**procapite (€/abitante/anno)**
costo raccolta umido (€/anno)	17.151	85.753	257.258	343.011	**6,86**
costo smaltimento umido (€/anno)	4.015	20.075	60.225	80.300	**1,61**
Scenario A					
costo smaltimento scarto secco (€/anno)	14.724	73.622	220.867	294.490	**5,89**
costo raccolta riciclabili (€/anno)	6.836	34.180	102.539	136.719	**2,73**
ricavo vendita riciclabili (€/anno)	16.378	81.891	245.673	327.564	**6,55**
costi non previsti (15%) (€/anno)	3.952	19.761	59.282	79.043	**1,58**
Costo totale del servizio (€/anno)	30.300	151.500	454.499	605.998	**12,12**
Scenario B					
costo smaltimento scarto secco (€/anno)	13.362	66.809	200.428	267.238	**5,34**
costo raccolta riciclabili (€/anno)	13.672	68.359	205.078	273.437	**5,47**
ricavo vendita riciclabili (€/anno)	19.751	98.754	296.262	395.016	**7,90**
costi non previsti (15%) (€/anno)	4.267	21.336	64.009	85.345	**1,71**
Costo totale del servizio (€/anno)	32.716	163.579	490.736	654.315	**13,09**
Scenario C					
costo smaltimento scarto secco (€/anno)	12.936	64.680	194.041	258.722	**5,17**
costo raccolta riciclabili (€/anno)	10.254	51.269	153.808	205.078	**4,10**
ricavo vendita riciclabili (€/anno)	21.008	105.042	315.127	420.170	**8,40**
costi non previsti (15%) (€/anno)	3.502	17.510	52.531	70.041	**1,40**
Costo totale del servizio (€/anno)	26.849	134.245	402.736	536.981	**10,74**

NB: si ricordi che i costi annui procapite dell'umido e conseguentemente anche i totali si riducono di 1,6 e 2,4 €/ab/anno nei casi rispettivamente di distribuzione di sacchetti in polietilene o di distribuzione assente.

Tab.8: bilancio del costo del servizio di raccolta e gestione degli RSU, con umido e riciclabili porta a porta e scarto residuo stradale nei 3 scenari previsti per municipalità di 5.000 – 100.000 abitanti.

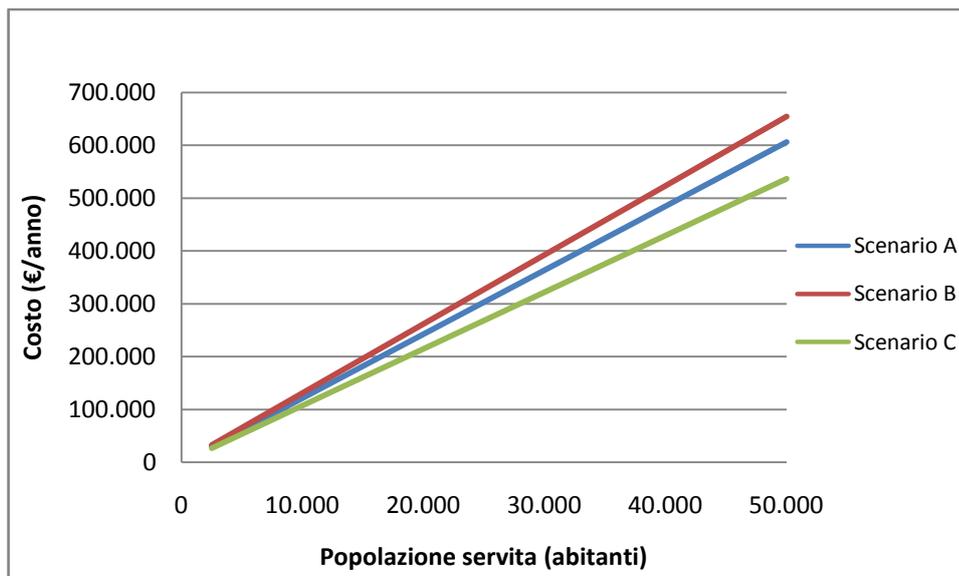



Fig.10: costi totali del servizio di gestione degli RSU.

Per i costi di comunicazione può essere sufficiente produrre e distribuire depliant che spieghino chiaramente il nuovo sistema di raccolta ed organizzare incontri per meglio illustrarla (2 ore ogni 1.000 abitanti). Così facendo si ottiene un costo procapite di 0,2 €/abitante.

I costi di impianto risultano più complessi da trattare, vista la possibilità di adattare il sistema all'attrezzatura già in uso ed il variare il numero e la durata dei turni, modificando quindi il numero di mezzi coinvolti. Si possono invece ben prevedere i costi relativi ai contenitori per la raccolta, utilizzando:

- mastelli da 20 – 30 litri per l'umido: 6 €;
- cassonetti stradali da 1,1 m^3 per il secco residuo: 300 €, bacino 70 utenti;
- bidoni da 80 litri per la carta: 21 €;
- bidoni da 240 litri per i "contenitori per liquidi" (vetro, plastica e metalli) e plastica e metalli: 60 €;
- bidoni da 125 litri per la multimateriale con tutti i riciclabili e il vetro monomateriale: 30 €.

I costi per gli scenari A, B e C risultano rispettivamente di 16, 33 e 43 €/abitante.

Si rammenti che l'acquisto dei cassonetti è presumibilmente evitabile utilizzando quelli già in possesso della PUC, mentre molte utenze già utilizzano contenitori propri e possono continuare a farlo per alcune frazioni.

A livello indicativo si segnalano i prezzi indicativi dei seguenti mezzi:

- compattatore a caricamento laterale, 30 m^3: 170.000 €;
- compattatore a caricamento posteriore, 25 m^3: 120.000 €;
- compattatore a caricamento posteriore, 10 m^3: 60.000 €;
- compattatore a caricamento posteriore, 5 m^3: 40.000 €;
- compattatore doppio scomparto a caricamento posteriore, 22 m^3: 150.000 €;
- veicoli leggeri a vasca, 3 – 5 m^3: 15 – 30.000 €;
- autocarro multilift per trasporto cassoni: 150.000 €;
- cassone scarrabile, 30 m^3: 7.000 €.

Per quantificare l'impatto sulle emissioni di gas clima alteranti conviene assumere un approccio leggermente diverso da quello utilizzato in precedenza. Visto il caso generale si stima la quantità di CO_2 evitata per tonnellata di particolare materiale, ricordando che il recupero di materia è considerato ad emissioni nulle. Visto che plastica, vetro e metalli non partecipano al bilancio, verranno valutati solo la carta, l'umido ed il verde, considerando quest'ultimo composto in pari misura da sostanza mediamente e lentamente degradabile. Il secco residuo non viene considerato, visto che comunque viene smaltito in discarica. La tabella 10 presenta i coefficienti valutati in funzione della scenario di riferimento, quindi al luogo di smaltimento in uso dalla municipalità. Si noti che il metano che un materiale può emettere complessivamente non dipende dal suo grado di fermentescibilità, bensì dal suo contenuto di carbonio organico, risultando quindi più impattante la carta piuttosto che l'organico.

	Discarica abusiva	**Discarica non controllata, <100.000 ab**	**Discarica non controllata meglio gestita, <100.000 ab**	**Discarica non controllata, >100.000 ab**	**Discarica controllata**
carta (t CO_2e / t)	0,841	1,683	1,514	1,893	0,568
umido (t CO_2e / t)	0,377	0,753	0,678	0,847	0,254
verde (t CO_2e / t)	0,561	1,122	1,010	1,262	0,379

Tab.9: coefficienti di emissione per materiali degradabili per diversi siti di conferimento alternativi per BiH e Serbia.

Considerando un conferimento in discarica controllata, lo scenario A permette emissioni evitate per 0,065 tCO_2 / abitante / anno, mentre B e C 0,078 tCO_2 / abitante / anno visto che presentano la medesima raccolta e gestione dei materiali impattanti considerati.

Riassunto dei costi benefici

Scenario A: raccolta domiciliare umido e mulitmateriale (tutti i riciclabili); secco residuo stradale	
Scenario B: raccolta domiciliare umido, carta e contenitori per liquidi; secco residuo stradale	
Scenario C: raccolta domiciliare umido, carta, vetro e plastica-metalli; secco residuo stradale	
Smaltimento: umido e verde compostati, riciclabili venduti, secco residuo smaltito in discarica controllata	
Costi di impianto *(contenitori)*	
Scenario A:	16 €/abitante
Scenario B:	33 €/abitante
Scenario C:	44 €/abitante
Costi di sensibilizzazione	
Comunicazione:	0,20 €/abitante
Costi di gestione	
Scenario A:	12,12 €/abitante/anno; 30,19 €/t RSU
Scenario B:	13,09 €/abitante/anno; 32,59 €/t RSU
Scenario C:	10,74 €/abitante/anno; 26,75 €/t RSU
Benefici ambientali *(emissioni evitate)*	
Scenario A:	0,065 tCO_2/abitante/anno
Scenario B:	0,078 tCO_2/abitante/anno
Scenario C:	0,078 tCO_2/abitante/anno

4.3 Trasporto

Una fase fondamentale per il controllo dei costi è quella del trasporto dei rifiuti dal luogo di produzione a quello di conferimento. Tale aspetto, ora abbastanza sottovalutato, diventerà sempre più preponderante sia per l'aumento continuo del costo dei carburanti, sia e soprattutto per l'obbligo futuro a smaltire soltanto in discariche controllate. Attualmente il loro numero è molto limitato, ma anche in futuro non crescerà particolarmente e, vista la scarsa densità abitativa di molte zone, si considereranno bacini di utenza ampi. Attualmente sono tollerate discariche non controllate o in condizioni non accettabili, ma man mano che BiH e Serbia proseguiranno sul loro cammino europeo saranno costrette ad adeguare anche questo aspetto della gestione degli RSU.

Questo problema sarà presumibilmente sentito solo dalle municipalità con meno di 100.000 abitanti, visto che le discariche controllate attualmente in funzione o in progetto sono situate in prossimità delle aree più popolose proprio per loro uso. Non è detto a priori che anche per queste ultime non sia possibile ottimizzare la logistica, ma è sicuramente vantaggioso per le

zone più lontane dal sito di conferimento, mentre per le altre i costi di investimento necessari potrebbero non essere giustificati.
Proprio modificare la logistica del trasporto, introducendo mezzi più capienti e magari aumentando la densità del materiale trasportato, è una soluzione che può ridurre i costi, oltre che permettere ai mezzi di raccolta di poter essere utilizzati maggiormente per la funzione principale di loro competenza, la raccolta appunto.

4.3.1 Stazioni di trasferenza

Il luogo dove il rifiuto cambia mezzo di trasporto viene definito stazione di trasferenza (transfer station) e l'individuazione del nuovo vettore è critica per l'economia del processo. Seguendo l'esempio della logistica delle merci, in Olanda e Germania soprattutto, si è sviluppato l'approccio di ridurre il numero di travasi e cicli di compattazione, mentre è il contenitore ad essere movimentato. La strategia migliore sembrerebbe quella di utilizzare mezzi compattatori con container scarrabili, in modo che ognuno possa operare in autonomia su un determinato settore avendo come base un'area, la stazione di trasferenza, dove scarrare il container pieno e caricarne uno vuoto. Tale approccio prevede però una riduzione del peso del rifiuto netto trasportato dovuto alla tara del cassone, significativa per colpa del dispositivo compattante. Infatti si dovrebbe trasportare del peso "inutile", che risulterebbe particolarmente vincolante considerando le portate massime dei vettori.
La soluzione ottimale è quindi quella di prevedere nella stazione di trasferenza un travaso del materiale in un cassone scarrabile non compattante, quindi più leggero, ed affidare il suo trasporto ad un autocarro (a seconda della sua portata e del peso dei cassoni può trasportarne anche 2 o 3 per giro, con l'utilizzo di un rimorchio). Durante il travaso è consigliabile anche una fase di compattazione del materiale, ad esclusione dell'umido ovviamente, effettuata da una pressa stazionaria al fine di aumentare il peso specifico e ridurre il volume richiesto. Una volta che il cassone risulta pieno viene sostituito e quindi trasportato nel luogo di conferimento. L'ottimo consisterebbe nel fare in modo che l'autocarro sia sempre in marcia, coprendo esattamente i quantitativi conferiti alla stazione di trasferenza.
Per quest'ultima le soluzioni principali disponibili sono due, cioè:

- strutture compatte senza opere in muratura (figura 11);
- strutture con opere in muratura (figure 12 e 13).

Fig.11 e 12: stazione di trasferenza compatta e con opere in muratura.

La prima è utilizzata per portate annue limitate (30.000 t/anno), con mezzi di conferimento di volume solitamente medio piccolo e con facilità di installazione ed eventuale spostamento, mentre la seconda è generalmente utilizzata per grandi quantitativi annui (200.000 t/anno), che ne giustificano le opere in muratura quali fossa di accumulo, capannoni, etc. In realtà è possibile limitare le strutture necessarie ad una semplice rampa (figura 13) oppure sfruttare un dislivello esistente (figura 12), utilizzando una tramoggia per convogliare i rifiuti nel cassone, limitando enormemente i costi; in ambo i casi il materiale viene quindi travasato per gravità. Il primo sistema sfrutta invece una pala di caricamento per il medesimo scopo, utilizzando energia meccanica.

Fig. 13: Stazione di trasferenza con opere in muratura (rampa).

Per le municipalità interessate la soluzione migliore è sicuramente la seconda in versione semplificata, visto che in BiH e Serbia i costi per la rampa ed il punto di ricezione (recinzione ed allacciamento elettrico) sono abbastanza contenuti, si aggirano sui 15.000 €, e possono essere anche inferiori in presenza di un dislivello sfruttabile. Inoltre la prima tipologia richiede un’attrezzatura più complessa e attualmente non utilizzata nel contesto, con potenziali problemi legati a costi e tempi di manutenzione. Ulteriori costi consistono nel terreno, se necessario, nella pressa stazionaria, il cui uso è praticamente indispensabile se i mezzi di raccolta non sono compattanti, e in un eventuale sistema di disaccoppiamento pressa-cassone. I costi di tali apparecchiature variano molto a seconda delle capacità operative, della velocità di scambio, delle potenze sviluppate, etc., ma per gli usi di interesse è possibile l’acquisto della sola pressa stazionaria per circa 70.000 – 80.000 €. Ciò significa che, al netto del terreno, è possibile installare una stazione di trasferenza con costi di investimento di circa 260.000 €, comprensivi di 2 container da 30 m^3 e di un autotreno a 3 assi[86]. Il prezzo del terreno non viene considerato visto che può molto variare in funzione della zona, dell’ampiezza, della presenza di eventuali strutture ed allacciamenti e della forma di acquisizione (acquisto o affitto).

Si potrebbe anche organizzare il trasporto con un autocompattatore più capiente, per esempio 25 m^3, fornito di un meccanismo di compattazione più potente (totale 140.000 €) oppure con un semplice cassonato (ancora figura 2), ma si perderebbero i vantaggi seguenti:

- compattazione ottimale del materiale;
- possibilità di saturare la portata massima netta dei mezzi di trasporto senza tempi di attesa;
- funzione del cassone di polmone di stoccaggio dei rifiuti in attesa di trasbordo.

Inoltre il cassonato, rispetto al cassone, non garantisce il contenimento degli odori e quindi richiede che la stazione sia installata a debita distanza dalle abitazioni. Il luogo ideale per la transfer station è, a prescindere dalla soluzione preferita, in un punto già sulla strada per il luogo finale di conferimento, nella parte esterna dell’area urbana o subito fuori, e facilmente raggiungibile da tutti i mezzi.

Le variabili fondamentali per valutare l’appropriatezza dell’intervento sono due, cioè la distanza del luogo di conferimento e la quantità da movimentare. Quest’ultimo valore si calcola in funzione della popolazione servita e della produzione annua procapite, effettuando

[86] Ipotizzando una densità del materiale di 450 kg/m^3 dovrebbero risultare sufficienti 2 assi, ma dipende dalla portata netta dichiarata dal produttore.

alcune semplificazioni per poter generalizzare il risultato. Innanzitutto come bacino di utenza si considera solo l'area urbana, visto che attualmente le altre risultano scarsamente servite e per alcune zone esterne potrebbe risultare più vantaggioso conferire direttamente. Viene quindi considerata la produzione procapite annua relativa a municipalità di 5.000 – 100.000 abitanti, ipotizzando che rimanga costante per un certo arco temporale, così come la popolazione servita. A seconda del sistema di raccolta presente, ipotizzando che anche questo non vari nel medio termine, si considereranno quindi rifiuti indifferenziati, umido, secco residuo o riciclabili.

Si noti che le ipotesi sono abbastanza conservative per una stazione di trasferenza infatti, come verrà mostrato in seguito, i risparmi sarebbero ancora più marcati nei casi di aumento dei costi del carburante o del lavoro, del bacino di utenza o della produzione procapite. Un cambio radicale del sistema di raccolta con un recupero significativo di materia porterebbe invece ad una riduzione delle quantità da trasportare per cui bisognerebbe rivalutare i risparmi.

Si ipotizzano quindi tre scenari differenti: il primo, scenario A, è relativo ad uno stato attuale molto efficiente, visto che considera l'utilizzo di autocompattatori[87] da 16 m^3 riempiti mediamente all'80% con materiale portato a 350 kg/m^3 e 3 operatori. Il secondo, scenario B, ipotizza una stazione di trasferenza con rampa, una pressa stazionaria che porti il peso specifico a 450 kg/m^3, due cassoni da 30 m^3, due lavoratori con compiti di sorveglianza e di gestione ed un autocarro multilift con guidatore; vista la presenza nella stazione di sempre almeno un contenitore, si considera che i viaggi si effettuino a totale riempimento. Lo scenario C considera invece una stazione di trasferenza con rampa, un lavoratore con compito di gestione ed un autocompattatore da 25 m^3, con guidatore, che consenta di raggiungere il peso specifico di 400 kg/m^3; ogni viaggio prevede un riempimento del 90%, visto che il mezzo non dovrebbe svolgere funzione di accumulo del materiale. È comunque previsto un tempo di attesa in stazione di trasferenza soltanto doppio rispetto all'autocarro: si sottolinea in tal modo la possibilità di svolgere comunque azione di raccolta nei momenti di non trasporto, servendo quartieri raggiungibili nonostante le dimensioni imponenti.

Per i costi orari dei mezzi si considerano i consumi ipotizzati nel capitolo 3, incrementati del 10% per l'autocarro e l'autocompattatore da 25 m^3, mentre la pressa presenta un costo per

---

[87] Per questa tipologia di municipalità considerare una portata media dei mezzi simile, oltretutto con compattazione, è molto cautelativa.

viaggio pari a 0,41 €/viaggio[88]. I costi dei mezzi per viaggio si valutano considerando solo il tempo effettivo di spostamento: durante la permanenza nel luogo di conferimento o nella stazione di trasferenza i consumi sono infatti trascurabili rispetto a quelli delle fasi di trasporto. In ogni scenario la manutenzione rientra nei costi non previsti, pari al 10% dei costi totali per viaggio.

Vengono anche utilizzati i seguenti parametri:

- velocità media del mezzo per ogni scenario: 50 km/ora;
- tempo nel luogo di conferimento per ogni scenario: 0,5 ore;
- tempo nella stazione di trasferenza scenario B: 0,5 ore;
- tempo nella stazione di trasferenza scenario C: 1 ora.

In tabella 10 sono riportati i riassunti delle caratteristiche dei tre scenari con i relativi costi di impianto e di gestione per il trasporto di rifiuto indifferenziato di un'utenza con produzione procapite di 1,1 kg/abitante/giorno e distanza 30 km; sono presenti anche i risultati annuali per un bacino di 10.000 abitanti.

costi di impianto	***Scenario A***	***Scenario B***	***Scenario C***
Investimento (€)	0	260.000	140.000
costi di gestione			
Portata media (kg/viaggio)	4.480	13.500	9.000
Viaggi procapite (viaggi/ab/anno)	0,09	0,03	0,04
Tempo totale (ore/viaggio)	1,7	2,2	2,7
Costo totale (€/viaggio)	41	48	44
Costo procapite (€/ab/anno)	3,66	1,43	1,98
Costo specifico (€/kg)	0,009	0,004	0,005
Caso di 10.000 abitanti			
Viaggi richiesti (viaggi/anno)	896	297	402
Utilizzo (ore/anno)	1.524	654	1.084
Utilizzo (ore/settimana)	30	13	21
Costo annuo (€/anno)	36.588	14.300	17.798

Tab.10: fase di trasporto: costi di impianto e di gestione per i tre scenari nel caso di produzione procapite di 1,1 kg/ab/giorno e distanza 30 km.

[88] Per presse di questo tipo il motore è da circa 15 kw, quindi considerando un costo dell'energia di 0,082 €/kwh ed un uso di 20 minuti per riempire un cassone, quindi per viaggio, il costo risulta essere di 0,41 €/viaggio. Sebbene sia trascurabile rispetto agli altri costi, quindi considerabile nei costi non previsti, è significativo per poter mantenere il modello per casi con attrezzatura più complessa e con costi di gestione maggiori.

Per poter valutare la convenienza dell'intervento è quindi necessario assumere un orizzonte temporale nel quale i risparmi del sistema giustifichino i costi di investimento. Per questo si è considerata una linea di finanziamento attualmente operante in BiH e Serbia, cioè il prestito agevolato dell'IBRD (International Bank for Reconstruction and Development) della Banca Mondiale. Tale tipologia di prestito presenta un tasso annuo del 4% e la possibilità di rifonderlo in 15 - 20 anni, aspettandone 3 – 5 prima di iniziare la restituzione.

Negli scenari verrà considerato un saldo a 15 anni con restituzione a rate fisse versate fin dal primo anno, pari quindi, rispettivamente per B e C, a 23.385 €/anno e 12.024 €/anno.

In tali condizioni è possibile calcolare il punto di break even in funzione della distanza e della quantità da movimentare. Fissate una data distanza ed una certa produzione procapite, tale valore indica il bacino di utenza minimo per rendere vantaggioso l'intervento, cioè il numero di abitanti serviti che garantisce che il risparmio annuale rispetto all'attuale sistema eguagli esattamente la rata da pagare (vedi grafico di figura 14 per un esempio). Tutto quello che verrà risparmiato in più, ogni anno, sarà un guadagno netto rispetto al vecchio sistema. Finito di saldare il debito, quindi dopo 15 anni, la stazione di trasferenza rimarrà comunque in funzione, con il risparmio da conteggiare interamente come netto.

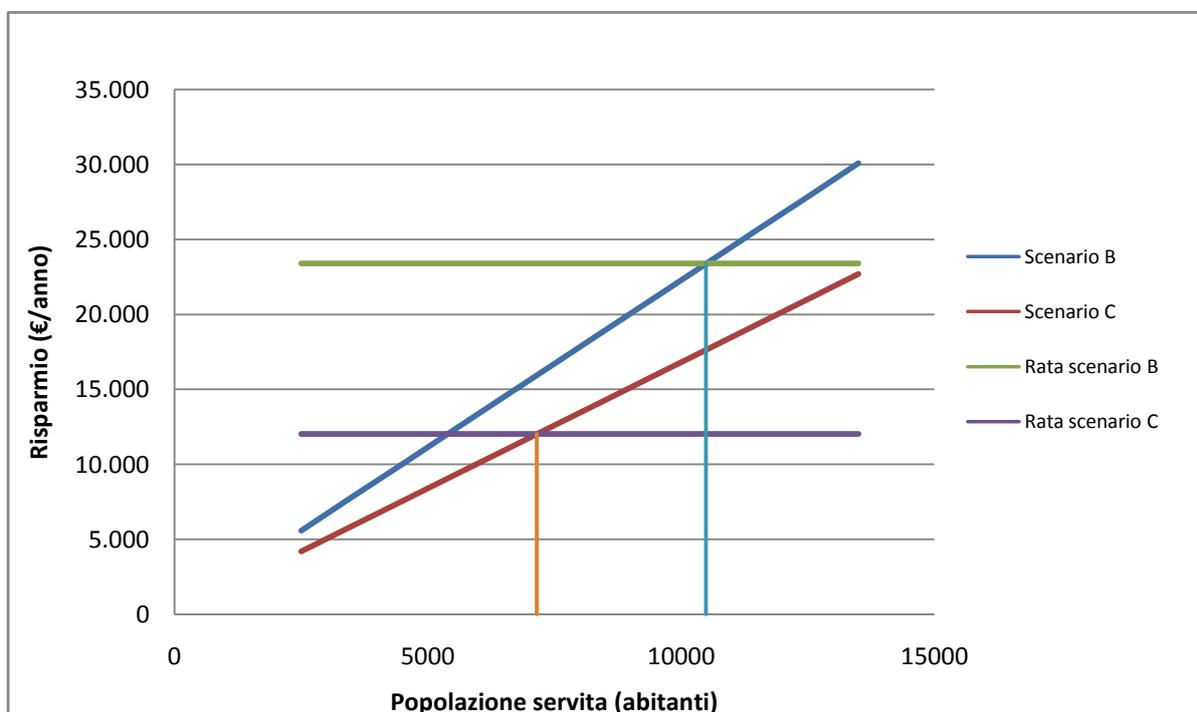



Fig.14: punto di break even in funzione del bacino di utenza. Caso a 30 km e 1,1 kg/ab/giorno.

Come si può notare, le pendenze delle rette di risparmio sono diverse ed in particolare quella dello scenario B, stazione di trasferenza con pressa stazionaria, è maggiore. Questo porta a

dire che, nonostante lo scenario C sia applicabile con successo a bacini di utenza più piccoli rispetto al B, non è detto che dia sempre risultati economici migliori. Infatti per una certa popolazione, per il caso rappresentato 20.744 abitanti, il risparmio annuo dei due scenari, al netto delle rispettive rate, coincide e diventa quindi più vantaggiosa la soluzione B. Tale punto verrà chiamato "di sorpasso di convenienza".

Per calcolare i principali valori di interesse, sono state utilizzate le seguenti formule con i seguenti simboli, come già descritto in precedenza:

- d (distanza del luogo di conferimento; km);
- k (coefficiente di aumento dei costi per considerare le spese non previste; 4%);
- T_i (durata di un viaggio per lo scenario i-esimo; ore/viaggio);
- T_{ci} (permanenza nel luogo di conferimento a viaggio per lo scenario i-esimo; ore/viaggio);
- T_{tsi} (permanenza nella stazione di trasferenza a viaggio per lo scenario i-esimo; ore/viaggio);
- v_i (velocità media del mezzo per lo scenario i-esimo; km/ora);
- C_{li} (costo del lavoro di un viaggio per lo scenario i-esimo; €/viaggio);
- C_{mi} (costo dei mezzi di un viaggio per lo scenario i-esimo; €/viaggio);
- C_{lhi} (costo orario del lavoro per lo scenario i-esimo; €/ora);
- C_{mhi} (costo orario dei mezzi per lo scenario i-esimo; €/ora);
- C_{fi} (costo fisso dei mezzi per turno (pressa) per lo scenario i-esimo; €/viaggio)
- C_{ti} (costo totale di un viaggio per lo scenario i-esimo; €/viaggio);
- P_r (produzione procapite annua del flusso da trasportare; kg/abitante/anno);
- P_i (portata media di un viaggio per lo scenario i-esimo; kg/viaggio);
- C_{si} (costo specifico di un viaggio per lo scenario i-esimo; €/kg);
- C_i (costo procapite annuo per lo scenario i-esimo; €/abitante/anno);
- R_i (rata annua da pagare per lo scenario i-esimo; €/anno);
- N_i (bacino di utenza al break even per lo scenario i-esimo; abitanti);
- N_s (bacino di utenza per cui lo scenario B diventa più vantaggioso di C; abitanti).

- $T_i = 2 * d/v_i + T_{ci} + T_{tsi}$
- $C_{li} = Ti * C_{lhi}$ e $C_{mi} = (Ti - T_{ci} - T_{rsi}) * C_{mhi} + C_{fi}$
- $C_{ti} = (1 + k) * (C_{li} + C_{mi})$
- $C_{si} = C_{ti}/P_i$

- $C_i = C_{si} * P_r$
- $N_i * (C_a - C_i) - R_i = 0$
- $N_s * (C_a - C_b) - R_b = N_s * (C_a - C_c) - R_c$ da cui si ricava
- $N_s = (R_b - R_c) / (C_c - C_b)$

È possibile quindi scrivere, parametrizzando la produzione procapite, il costo procapite annuo in funzione della sola distanza per i vari scenari, evidenziando una relazione di tipo lineare, cioè:

$$C_i = \frac{P_r * (1+k) * [(2 * d / v_i)(C_{lhi} + C_{mhi}) + (T_{ci} + T_{tsi}) * C_{lhi} + C_{fi}]}{P_i}$$

Tale formula risulterà comoda per ottenere i bacini di utenza al break even e di sorpasso di convenienza per le diverse distanze variando il parametro, cioè la produzione procapite, considerando cioè altri flussi di materiale. Ugualmente è quindi possibile applicare il modello anche ad altre tipologie di municipalità variando distanza e quantità da movimentare, naturalmente nell'ipotesi che i coefficienti utilizzati restino comunque validi.
Rimanendo nel caso di raccolta di rifiuto indifferenziato e recupero di materia nullo o trascurabile e produzione procapite giornaliera di 1,1 kg/abitante/giorno, nel grafico di figura 15 vengono presentati i bacini di break even e di sorpasso di convenienza in funzione della distanza.

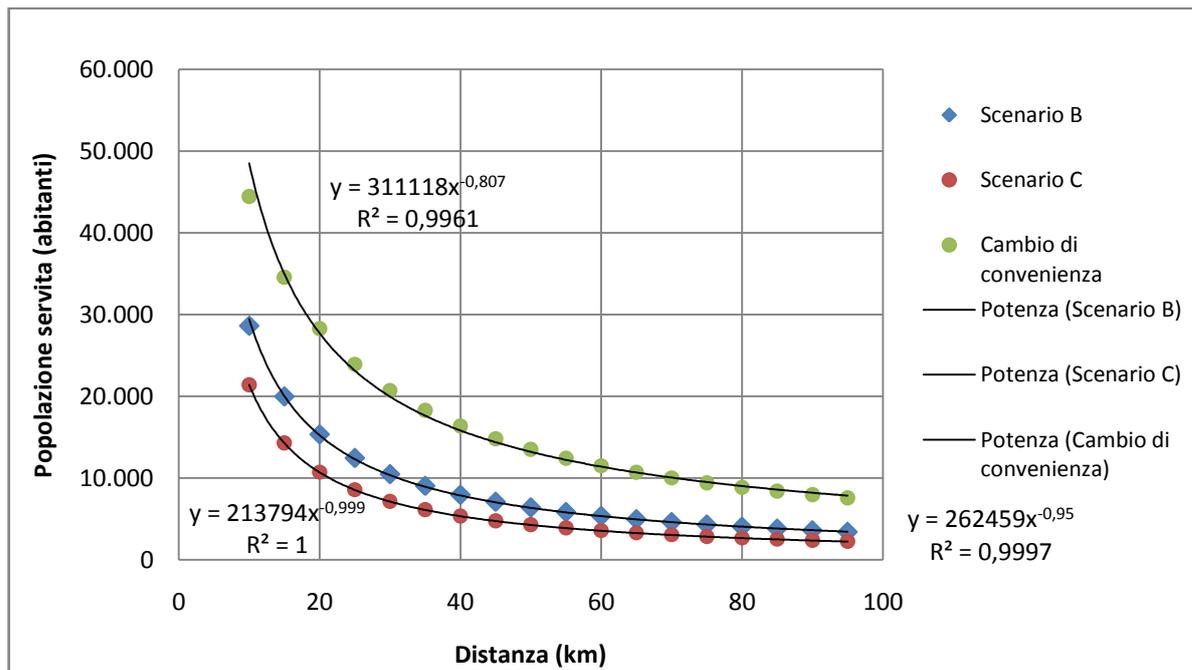



Fig.15: bacino minimo in funzione della distanza e scelta dello scenario più conveniente.

Risulta interessante notare come i bacini di break even ben seguano una legge di potenza, con la conseguenza che anche i punti di cambio di scenario più conveniente si comportino nello stesso modo. Questo andamento conferma la previsione facilmente intuibile che al crescere della distanza o della popolazione un trasporto più capiente riesca a ridurre i costi e che, anche se a costo unitario di viaggio maggiore, dopo un certo valore la riduzione del numero dei conferimenti diventa preponderante, caratteristica dovuta all'azione congiunta di pressa e cassone. Inoltre risulta notevolmente più comodo utilizzare le semplici relazioni di potenza ottenute dal grafico piuttosto che le formule analitiche, forti dell'elevata correlazione con i risultati del modello (R^2 prossimo ad 1).

Nel caso da noi considerato, municipalità 5.000 – 100.000 abitanti, le stazioni di trasferenza possono essere effettivamente una buona soluzione, a patto che la distanza non sia eccessivamente limitata e soprattutto siano conferiti tutti gli RSU in discarica.

Con un recupero significativo di materia alla fonte sicuramente le quantità da movimentare verrebbero modificate in maniera non trascurabile, spostando i bacini di break even e di sorpasso di convenienza. In tal caso cambierebbero anche i luoghi di conferimento, con la possibilità che alcuni riciclabili confluiscano ad aziende situate in città o comunque nelle vicinanze, e soprattutto che si crei un numero maggiore di flussi di portata minore. Questo fa sì che, sebbene le quantità trasportate siano potenzialmente le stesse, vengano richiesti comunque più giri per non mischiare i materiali. Inoltre si può anche considerare che per raccolte multimateriale o congiunte l'aumento di compattazione non sia consigliabile, visto che potrebbe complicare le operazioni di cernita, soprattutto se quest'ultime sono manuali. Per finire si consideri che il contenuto di liquidi e l'alto peso specifico sconsigliano di compattare l'umido[89], la frazione in peso più significativa, rendendo non necessaria la presenza della pressa. In realtà anche con l'introduzione della raccolta dell'umido le attrezzature di ambo gli scenari riescono ad essere utili: l'autotreno ed i cassoni possono essere utilizzati con successo per la raccolta domiciliare proprio di tale frazione con mezzi a vasca, mentre la pressa potrebbe comprimere i riciclabili, rendendo possibile l'invio e la vendita su mercati esteri; l'autocompattatore da 25 m^3 potrebbe invece svolgere funzioni di raccolta, effettuando comunque viaggi in discarica per la frazione secca residua.

Applicando il medesimo modello agli scenari di raccolta differenziata ipotizzati precedentemente, si nota che una stazione di trasferenza, utilizzando l'attrezzatura solo per

---

[89] Riguardo all'argomento risulta interessante Cointreau S., "Transfer Station Design Concepts for Developing Countries".

l'ottimizzazione del trasporto, richiede condizioni molto più stringenti per raggiungere il break even. Infatti anche considerando una raccolta domiciliare dell'umido e stradale del secco (efficienza 40% su tutti i riciclabili, il resto come secco residuo), il secco residuo richiede per 50.000 utenti, valore massimo della popolazione urbana vista la tipologia delle municipalità considerata, una distanza di poco superiore ai 10 km. In tali condizioni risulta vantaggioso l'utilizzo dell'autocompattatore da 25 m^3, infatti lo scenario B avrebbe il suo punto di break even a 15 km e diventerebbe effettivamente più conveniente per distanze superiori ai 28 km.

Se invece si prende in considerazione lo scenario di gestione migliore, relativo a raccolta porta a porta di umido, carta, vetro, congiunta plastica - metallo e secco residuo, per un bacino di 50.000 utenti il sorpasso di convenienza si raggiunge ad una distanza di 40 km. In tali condizioni è quindi in generale preferibile lo scenario C, con mezzi capienti che possono effettuare la fase di trasporto in maniera più conveniente con un investimento ridotto, ma all'occorrenza possono potenziare anche la raccolta (in figura 16 sono riportati i bacini di break even in funzione della distanza al variare della produzione procapite per lo scenario C).

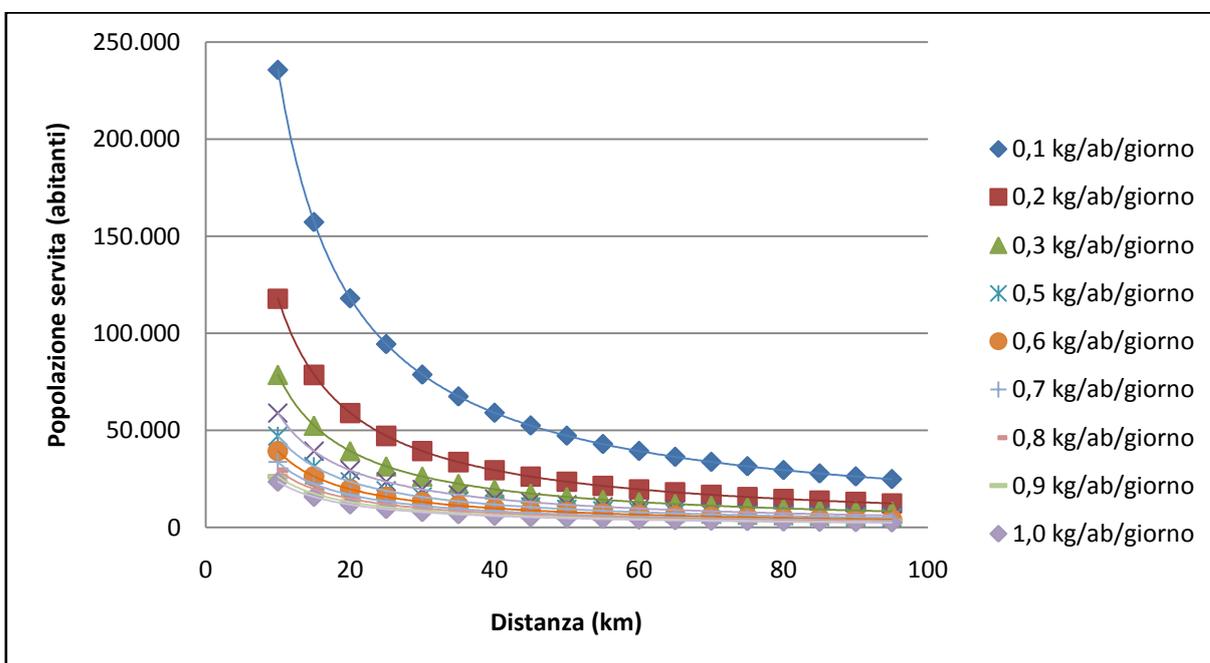



Fig.16: punti di break even dello scenario C in funzione della distanza per flussi di diversa produzione procapite.

L'utilizzo di una stazione di trasferenza con pressa stazionaria richiede sicuramente un impegno finanziario e progettuale maggiore, ma possiede potenzialità superiori che vanno oltre al semplice trasporto. Infatti è possibile fare in modo che nel medesimo spazio sia allestita un'isola ecologica per il conferimento di particolari tipologie di rifiuti (verde, ingombranti, oli esausti, batterie) e magari sia effettuata anche la cernita dei riciclabili. In tal modo tutto il secco residuo viene a trovarsi già nello stesso punto, così come tutti i riciclabili raccolti, e si riesce inoltre ad ottimizzare il lavoro degli operatori. Per evitare di lasciare inattivo l'autocarro è necessario un lavoro organizzativo accurato, anche se la soluzione ideale consisterebbe nel coordinare più municipalità nelle medesime condizioni. Infatti, visto che le discariche controllate saranno in numero limitato, si potrebbe pensare ad autocarri che servano diverse municipalità, organizzando il trasporto dei cassoni da loro riempiti in giorni stabiliti. Questo permetterebbe, oltre ad un utilizzo migliore dei mezzi, anche una divisione degli oneri di investimento e presumibilmente una maggiore possibilità di finanziamento, visto l'occhio di riguardo che i donors internazionali hanno verso iniziative locali congiunte.
Comunque, qualora si prendesse in considerazione di costruire una stazione di trasferenza è utile verificare anche l'effettiva percorribilità per i mezzi di tutte le strade fino ai luoghi di conferimento stabiliti e le portate di eventuali ponti. Ancora è bene verificare l'effettiva quantità di rifiuti raccolti, non solo prodotti, e da trasportare e se non è invece possibile effettuare interventi atti ad introdurre il recupero di materia; una volta effettuati tali accertamenti, si valuti se il sistema non verrà modificato quantomeno durante il pagamento del prestito e finalmente i benefici che il servizio potrebbe trarre.
Comunque in sistemi a raccolta stradale dell'indifferenziato le stazioni di trasferenza, per quanto poco sviluppate in Italia, riescono a contenere notevolmente i costi e vengono seriamente prese in considerazione per distanze di circa 20 km.

Riassunto dei costi benefici

Scenario A:	stato attuale molto efficiente: autocompattatori da 16 m^3 (peso specifico materiale compattato 350 kg/m^3), riempimento 80%, 3 operatori.
Scenario B:	stazione di trasferenza con rampa, pressa stazionaria (peso specifico materiale compattato 450 kg/m^3), 2 cassoni da 30 m^3, 2 lavoratori, 1 autocarro multilift con guidatore, riempimento 100%.
Scenario C:	stazione di trasferenza con rampa, 1 lavoratore, 1 autocompattatore da 25 m^3 (peso specifico materiale compattato 400 kg/m^3) con guidatore, riempimento 90%.
Costi di impianto	
Scenario A:	stato attuale, quindi non previsto.
Scenario B:	260.000 € (terreno escluso).
Scenario C:	140.000 € (terreno escluso).

Costi di gestione (solo trasporto)	
Scenario A:	dipendenti da distanza e quantità da trasportare. Portata media 4.480 kg/viaggio. 30 km, 10.000 abitanti, 1,1 kg/ab/giorno: 36.588 €/anno.
Scenario B:	dipendenti da distanza e quantità da trasportare. Portata media 13.500 kg/viaggio. 30 km, 10.000 abitanti, 1,1 kg/ab/giorno: 14.300 €/anno.
Scenario C:	dipendenti da distanza e quantità da trasportare. Portata media 9.000 kg/viaggio. 30 km, 10.000 abitanti, 1,1 kg/ab/giorno: 17.798 €/anno.
Altri vantaggi	
Scenario B:	compattazione ottimale del materiale, polmone di stoccaggio in attesa di trasporto, viaggi a riempimento massimo, mezzi di raccolta sempre sul territorio. Eventuale uso per raccolta umido porta a porta con mezzi a vasca, trasporto riciclabili accumulati.
Scenario C:	compattazione migliore del materiale, mezzi di raccolta sempre sul territorio. Eventuale uso per raccolta stradale o domiciliare su strade principali.

4.4 Accenni sul recupero di materia organica

Avendo ipotizzato l’introduzione della raccolta differenziata della frazione umida, risulta necessario pianificare una gestione adeguata, in modo che non diventi un nuovo problema da affrontare. L’obiettivo fondamentale di un qualsiasi trattamento di tale materia è di arrivare a stabilizzare il substrato di partenza ottenendo un prodotto non più reattivo, cioè che non presenti più caratteristiche di fermentescibilità. Le strade che possono essere percorse sono diverse e possono passare per trattamenti termici, chimici o biologici, ma a valle di una raccolta differenziata ben condotta si deve mirare a “recuperare” più materia possibile, organico compreso. In tal modo è possibile sia ridurre le quantità conferite in discarica, con i risparmi relativi, sia sfruttare in qualche modo le caratteristiche proprie della frazione. I trattamenti attualmente più utilizzati sono il compostaggio, finalizzato a produrre un ammendante per terreni chiamato compost, e la digestione anaerobica, atta a recuperare energia tramite produzione di biogas, una miscela ad alto potere calorifico composta principalmente da metano ed anidride carbonica; anche il prodotto finale di questo secondo processo può essere comunque utilizzato per fini agronomici. Per essere precisi in coda al processo anaerobico di solito ne è previsto uno aerobico di finissaggio per completare le reazioni degradative, ma con tempi di residenza del materiale molto più contenuti delle normali pratiche di compostaggio. Infatti il digestato prodotto dal processo anaerobico

presenta caratteristiche simili a quelle dei fanghi e per esempio viene trattato in modo simile per l'utilizzo in agricoltura[90].
Esisterebbero poi altri trattamenti per la frazione organica, ma non verranno considerati viste le loro applicazioni ancora limitate e le scarse potenzialità per il contesto indagato.

Digestione anaerobica

La digestione anaerobica consiste in un processo degradativo operato in condizioni anaerobiche da diversi gruppo di batteri che agiscono a catena sul substrato. Il metano del biogas viene prodotto solo all'ultimo passaggio, la metanogenesi, preceduta da una fase di idrolizzazione ed una di acidificazione. Il processo può essere condotto in maniere differenti a seconda del numero di reattori coinvolti (uno o due), fasi (una o due), regime termico (mesofilo o termofilo), tipo di rifiuto trattato e tenore di solidi ivi contenuti. In particolare in base alla concentrazione di solidi presenti si parla di una o due fasi, distinguendo i casi di processi umidi (wet), con contenuto di solidi fino al 10%, semi secchi (semi dry), 15 – 20%, o secchi (dry), per valori superiori. L'aspetto a tutti comune è di produrre comunque un biogas, costituito per il 50 - 60% da metano, con un elevato potere calorifico (4.000 - 5.000 kcal/Nm^3) e facilmente utilizzabile per produrre energia, calore o entrambi (cogenerazione). Questa energia, essendo prodotta da fonti rinnovabili, viene incentivata dalle politiche ambientali dei vari paesi tramite acquisto a prezzo maggiore rispetto a quello di mercato, aspetto che in molti stati europei ha favorito la diffusione e lo sviluppo di questo tipo di processo[91]. Inoltre, sfruttando il CDM previsto dal Protocollo di Kyoto per impianti in paesi come BiH e Serbia, è possibile acquisire quote di emissione da rivendere sul Carbon Market, grazie al sistema di scambio instaurato in Europa dalla Direttiva 2003/87/CE.
Oltre a questi aspetti si aggiunge la possibilità di trattare insieme molte tipologie di rifiuti organici, non solo quelli solidi urbani; è anzi consigliabile l'utilizzo anche di fanghi di depurazione, deiezioni animali (suini, bovini, avicunicoli), residui colturali (paglia, barbabietole), scarti organici agroindustriali (siero, scarti vegetali, lieviti, fanghi e reflui), scarti organici di macellazione (sangue, grassi) e colture energetiche (mais, sorgo, zuccherino); tutti presentano, infatti, alti contenuti di solidi volatili (tabella 11) che possono

---

[90] Soggetto a spandimento controllato, in Italia regolato dal D.lgs. 99/92 sull'applicazione dei fanghi in agricoltura.
[91] I provvedimenti relativi alla produzione di energia da fonti rinnovabili sono promossi sul territorio dell'Unione Europea dalla Direttiva 2001/77.

essere efficacemente convertiti in metano, ottenendo contestualmente la stabilizzazione di substrati potenzialmente pericolosi e di non facile gestione.

Materiali	m^3 biogas/t SV
Deiezioni animali	200 - 500
Residui colturali	350 - 400
Scarti organici agroindustriali	400 - 800
Scarti organici di macellazione	550 - 1.000
Fanghi di depurazione	250 - 350
Frazione organica di rifiuti urbani	400 - 600
Colture energetiche	550 - 750

Tab.11: biomasse e scarti organici avviabili a digestione anaerobica e loro resa in biogas. Da Piccinini S., “La Digestione Anaerobica dei Rifiuti Organici e di Altre Biomasse: Situazione e Prospettive in Europa e in Italia”, Ecomondo, Rimini, 2 - 3 Novembre 2004.

Come già segnalato nel capitolo 2, la stabilizzazione degli scarti organici di origine animale è un’incognita potenzialmente esplosiva che accomuna quasi tutte le discariche, quindi una soluzione da cui si riesca pure a recuperare energia sarebbe ideale per qualsiasi zona dei due stati. Purtroppo l’attrezzatura, a prescindere dal tipo di impianto, è complessa, costosa e necessita una gestione attenta per garantire sia un trattamento corretto per la produzione di ammendante e di biogas, sia che quest’ultimo venga utilizzato o stoccato in modo sicuro. Infatti sono svariati i passaggi necessari per un trattamento digestivo anaerobico e si differenziano a seconda delle scelte impiantistiche e del materiale trattato. In figura 17 è illustrato uno schema dei passi necessari per processare una frazione organica selezionata, cioè proveniente da raccolta differenziata. Se tale frazione viene sostituita da altre sostanze organiche, si devono adeguare i pretrattamenti ed i parametri di processo, ottenendo quantitativi diversi di biogas ed eventualmente un prodotto finale di minor qualità (biostabilizzato). Naturalmente processare frazioni qualitativamente migliori richiede interventi in numero minore e meno complessi, riducendo i costi generali di impianto e di gestione. Sostanze contenute in alcuni scarti potrebbero “avvelenare” i batteri se non trattate adeguatamente, inibendo il processo degradativo: i sottoprodotti di origine animale devono essere triturati a 12 mm ed igienizzati per un’ora a 70 °C prima di poter essere miscelati con gli altri rifiuti organici ed avviati alla digestione. Sono comunque possibili schemi

semplificati meno costosi con o senza riscaldamento (sono possibili anche condizioni psicrofile) per trattare specifici flussi in uscita da allevamenti o impianti industriali, atti al recupero di energia dal trattamento dei propri scarti.

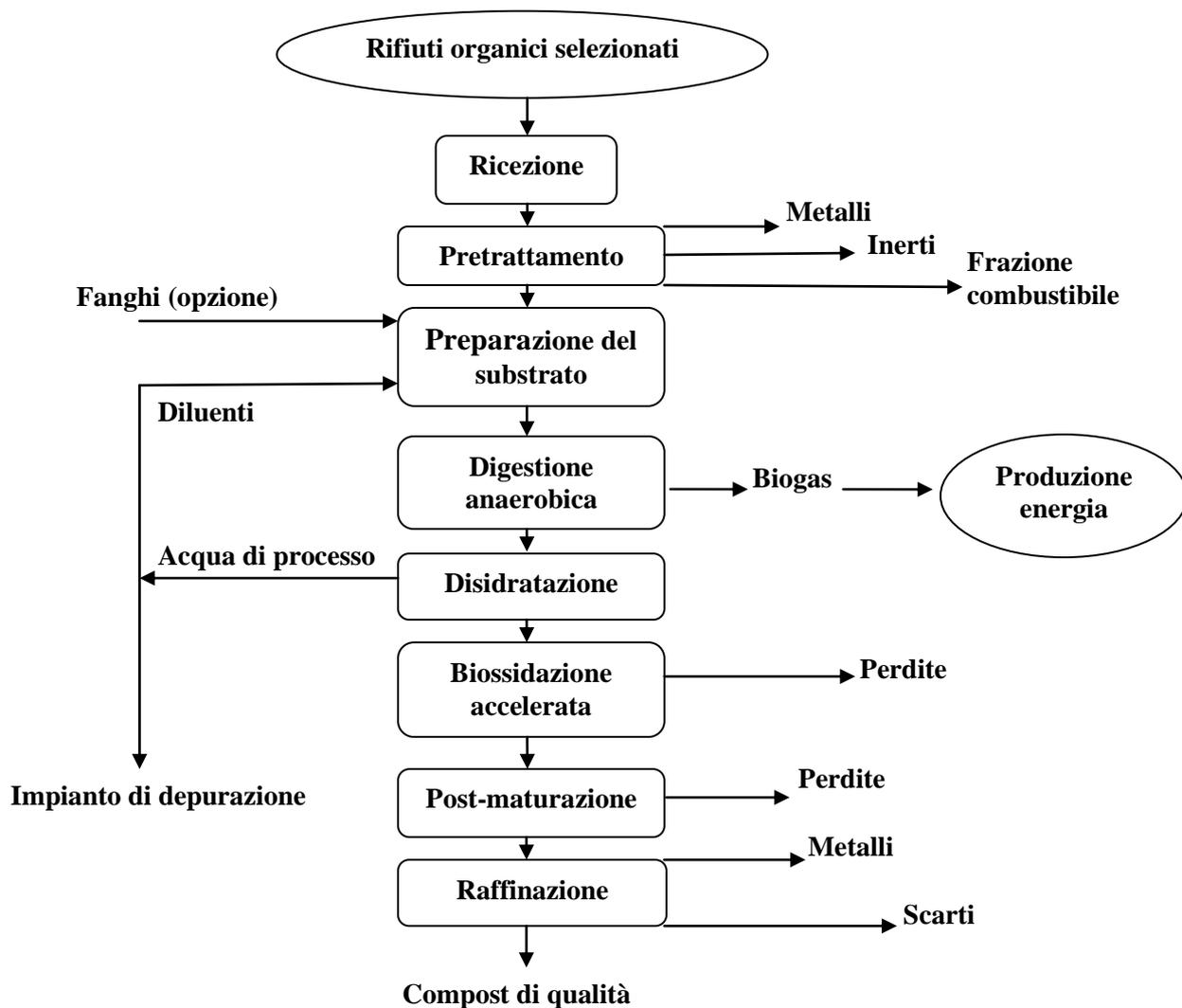



Fig.17: schema di trattamento di rifiuti organici selezionati tramite digestione anaerobica.

In tabella 12 sono indicati i tipici intervalli di parametri e rese per le tre tipologie di processo di digestione anaerobica attualmente utilizzate. Si consideri che sono diffusi soprattutto i wet ed i dry, con schemi impiantistici differenti a seconda delle aziende di progettazione.

	Wet	**Semi dry**	**Dry**
Parametro di processo			
Solidi nel rifiuto trattato (%ST)	10%, fino al 15%	15-20%, fino al 25%	25-40%
Carico organico (kgSV/m^3/giorno)	2-4, fino a 6	8-12, fino a 18 (termofilo)	8-10
Tempo di ritenzione idraulica (giorni)	10-15, fino a 30	10-15	25-30
Rese di processo			
Produzione biogas (m^3/t rifiuto)	100-150	100-150	90-150
Produzione specifica di biogas (m^3/kgSV)	0,4-0,5	0,3-0,5	0,2-0,3
Velocità di produzione di biogas (m^3/giorno)	5-6	3-6	2-3
Contenuto di metano (%CH_4)	50-70%	55-60%	50-60%
Riduzione della sostanza volatile	50-60%, fino a 75%	40-50%, fino al 60%	50-70%

Tab.12: intervalli tipici di parametri e rese dei processi di digestione anaerobica.

Oltre al recupero energetico, la digestione anaerobica richiede un impegno di superficie a parità di rifiuto trattato inferiore rispetto al compostaggio, pur considerando la fase di post-maturazione aerobica, grazie alla maggior compattezza architettonica delle strutture impiegate ed al loro sviluppo verticale.

La diffusione di tale tipologia di trattamento in BiH e Serbia, seppure molto interessante per le criticità del contesto a cui può dare risposta, è comunque frenata nel breve e medio periodo a causa degli alti costi di investimento richiesti, almeno utilizzandola per la frazione organica dei rifiuti[92]; ciò comporta, oltre a finanziamenti considerevoli, anche quantitativi minimi significativi da trattare per giustificare e rendere sostenibile l'impianto, quantitativi che sono difficili da raggiungere per la maggior parte delle municipalità. Infatti servono almeno 10 – 20.000 tonnellate all'anno da processare, quote di frazione organica da raccogliere effettivamente. Anche ipotizzando di intercettare tutto l'organico (umido e verde) prodotto in zona urbana, considerando che per quella extraurbana i costi di trasporto sarebbero eccessivi, le municipalità inferiori ai 100.000 abitanti non avrebbero bacini sufficientemente ampi (con la loro produzione annua procapite servono più di 62.000 utenti). Considerando la produzione e la popolazione delle città, la digestione è invece effettivamente utilizzabile, preferibilmente con almeno 94.000 utenti serviti (20.000 tonnellate/anno). L'ipotesi di impianti che servano

[92] Si è in realtà a conoscenza di alcune installazione per il trattamento di rifiuti di origine animale, in particolare di una nelle vicinanze di Bosanski Petrovac. È un impianto da 1,2 t/giorno che utilizza come materiale di supporto anche scarti agricoli e di legno e rifiuti solidi urbani. Fonte: Gvero P. M., "Renewable Energy Sources in a Food Production Sector in Bosnia & Herzegovina and Region", Climate Change in SEE Countries II, Belgrade 15/11/2007.

diverse municipalità sembra poco percorribile, viste le distanze ed i costi di trasporto che implicherebbe un simile scenario, oltre alle difficoltà politiche facilmente prevedibili.
I costi di impianto dipendono dai materiali e dai quantitativi trattati e possono andare dai 100.000 € di piccole installazioni ad alcune decine di milioni di Euro per grandi impianti centralizzati; si può comunque assumere un costo indicativo di 400 – 800 €/ton.anno, comprensivo di un post-trattamento di fissaggio aerobico per rendere commercializzabile il prodotto[93]. La possibilità di vendere il compost è molto remota per il contesto, quindi è possibile considerare una semplificazione dei trattamenti finali, con conseguente riduzione dei costi, e provvedere ad un uso non commerciale del prodotto ottenuto. Per superare l'ostacolo del maggiore investimento iniziale rispetto ad altre tecnologie, uno dei driver più efficaci in alcuni paesi è stata la possibilità di accedere a finanziamenti a fondo perso: è il caso della Spagna che ha sviluppato una grande capacità complessiva di trattamento grazie ai fondi strutturali dell'Unione Europea. È ipotizzabile che con il proseguo del cammino europeo di BiH e Serbia si possano sviluppare le condizioni idonee per un percorso simile.

Compostaggio

Il compostaggio, invece, non richiede strutture particolarmente complesse, visto che sfrutta il calore generato dalle reazioni microbiche che avvengono spontaneamente in condizioni aerobiche all'interno del materiale. La biomassa attiva è composta da microorganismi di norma presenti nella matrice da trattare, quindi all'uomo resta solamente il compito di garantire che si verifichino le condizioni ideali per la loro azione. Questo si traduce nel controllare l'apporto di ossigeno (l'aerazione), la temperatura della matrice (profondamente vincolata alle reazioni, quindi al punto precedente), l'umidità, la concentrazione ed il rapporto dei nutrienti (azoto e carbonio), le proprietà fisico-meccaniche del substrato (porosità, struttura, tessitura e dimensioni delle particelle) ed il pH. Nella pratica è necessario formare una matrice di adeguata composizione e pezzatura, rivoltarla periodicamente per fornire ossigeno, se ciò non è già previsto automaticamente, ed eventualmente bagnarla saltuariamente.
In condizioni ottimali il compostaggio si svolge attraverso tre stadi principali:

- fase mesofila di latenza;
- fase termofila o di stabilizzazione;

[93] Favoino E., "I Trattamenti Biologici: Tecnologie, Tendenze e Prospettive", La gestione integrata dei rifiuti, corso di aggiornamento organizzato dal Politecnico di Milano, Milano 28-31 Gennaio 2008.

- fase di raffreddamento o di maturazione.

La prima ha una durata variabile da poche ore ad alcuni giorni, durante i quali i microorganismi si diffondono nella matrice ed iniziano a scaldarla grazie al loro metabolismo. La seconda può protrarsi da alcuni giorni fino a diverse settimane ed è caratterizzata da un'intensa attività bioossidativa e quindi da un forte riscaldamento della matrice. L'ultima, di durata da poche settimane a qualche mese, è caratterizzata da reazioni di humificazione e dalla stabilizzazione della temperatura.

Da un punto di vista gestionale si considerano solo due diversi momenti, uno comprendente i primi due stadi, fintanto che le reazioni bioossidative sono evidenti e la temperatura cresce, l'altro caratterizzato dal raffreddamento e dalla maturazione della matrice in condizioni mesofile. La temperatura è quindi molto importante sia perché indice dell'attività microbica e di conseguenza del grado di avanzamento del processo, sia perché garantisce l'igienizzazione del materiale, visto che oltre i 55°C muore un gran numero di microorganismi, ivi compresi le specie patogene per l'uomo e le piante. Bisogna però fare attenzione che il periodo ad alta temperatura duri un lasso di tempo idoneo ed il riscaldamento non sia eccessivo: sopra i 40 °C i microorganismi mesofili diventano meno competitivi, venendo progressivamente sostituiti da quelli termofili. In tale fase, comunque necessaria visto che si accelera anche la degradazione di proteine, grassi e carboidrati complessi quali cellulosa ed emicellulosa, si devono evitare temperature maggiori di 65 °C; tale superamento provocherebbe la scomparsa della maggior parte dei microorganismi utili, provocando una riduzione del tasso di decomposizione del substrato. Infatti le popolazione microbiche devono colonizzare nuovamente il substrato nella successiva fase di affinamento, omogeneizzandolo fino a che, maturo, non possa essere definito compost.

Il trattamento può essere impiegato ai seguenti rifiuti non pericolosi, come individuato dalla Comunità Europea[94]:

- frazione organica dei rifiuti solidi urbani raccolta separatamente;
- rifiuti vegetali di coltivazioni agricole;
- segatura, trucioli, frammenti di legno, di sughero;
- rifiuti vegetali derivanti da attività agro-industriali;
- rifiuti tessili di origine vegetale;
- rifiuti tessili di origine animale;

[94] Direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio, recepite in Italia dal D.lgs. 22/97.

- deiezioni animali da sole o in miscela con materiale di lettiera o frazioni della stessa ottenute attraverso processi di separazione;
- scarti di legno non impregnato;
- carta e cartone nelle forme usualmente commerciate;
- fibra e fanghi di carta;
- contenuto dei prestomaci;
- rifiuti ligneo cellulosici derivati dalla manutenzione del verde ornamentale;
- fanghi di depurazione, fanghi di depurazione delle industrie alimentari;
- ceneri di combustione di sanse esauste e di scarti vegetali.

I materiali devono essere triturati e sminuzzati ed eventualmente miscelati con materiale di supporto (bulking waste), mentre alcuni richiedono un particolare trattamento prima di poter essere compostati: è il caso in Italia dei sottoprodotti di origine animale, ancora da igienizzare a 70 °C per un'ora ad una pezzatura di 12 mm. Gli intervalli di riferimento ed ottimali per i diversi parametri del substrato di partenza per un compostaggio rapido sono riportati in tabella 13[95]; si consideri che è possibile che il processo si attui comunque con buoni risultati anche per valori al di fuori dell'intervallo.

	Intervallo di compatibilità	**intervallo ottimale**
Rapporto C/N	20:1 - 40:1	25:1 - 30:1
Umidità	45 - 65%	57 - 63%
Concentrazione di O_2	> 5%	> 10%
Dimensione delle particelle (Ø cm)	0,5 - 5,0	variabile
pH	5,5 - 9,0	6,5 - 8,5
Temperatura di processo (°C)	25 - 70	35 - 60
Densità apparente (kg/m3)	< 750	< 650

Tab.13: intervalli di riferimento tipici ed ottimali per i diversi parametri del substrato di partenza per un processo di compostaggio rapido.

Il compostaggio è un trattamento atto al recupero della materia, quindi ha il grande pregio di evitare lo smaltimento della quasi totalità delle frazioni processate. Ciò comporta sia un prolungamento del tempo di vita della discarica in uso, sia un risparmio significativo per il sistema di gestione dei rifiuti nel suo complesso. Inoltre il compost prodotto può essere

95 "Il Recupero di Sostanza Organica dai Rifiuti per la Produzione di Ammendanti di Qualità", Manuali e linee guida 7/2002, ANPA.

reintegrato nei terreni, prevenendo i fenomeni di erosione, incrementando la fertilità biologica dei suoli e contribuendo al ripristino di siti contaminati da composti tossici; essendo un ammendante non può sostituire i fertilizzanti, ma può ridurne le quantità necessarie. A seconda del grado di maturazione, dipendente dalle condizioni e dal tempo della relativa fase, presenta caratteristiche differenti con diverse applicazioni possibili:

- compost fresco (2 – 4 mesi): ancora in trasformazione e ricco di elementi nutritivi. Ideale per la concimazione autunnale degli orti, ma da non applicare a diretto contatto con radici;
- compost pronto (5 – 7 mesi): più stabilizzato, quindi con una minor attività biologica. Può fertilizzare orti e giardini subito prima della semina o del trapianto;
- compost maturo (10 – 12 mesi): molto maturo e stabile, può essere applicato a diretto contatto con radici e semi anche in periodi biologicamente delicati.

Tali caratteristiche fanno sì che sia possibile commercializzare il compost prodotto, riuscendo quindi ad ottenere un ricavo economico, ma è francamente improbabile che si riesca a creare un simile mercato nei Balcani. Infatti già in alcuni paesi, tra cui l'Italia, l'acquisto di compost non è una pratica consolidata; è quindi facilmente prevedibile che in contesti come quello indagato, dove l'utilizzo di fertilizzanti è molto limitato così come la disponibilità economica dei privati, non si possa formare una richiesta adeguata. Altro discorso sarebbe se i singoli si producessero autonomamente il proprio compost o venisse fornito loro gratuitamente o come pagamento alternativo, per esempio per la raccolta di un dato quantitativo di riciclabili.

Il processo di produzione del compost è comunque formato da numerosi passaggi, come già accennato differenti a seconda del substrato, ma anche delle tecniche utilizzate. In figura 18 è presentato lo schema di un processo per produrre compost di qualità, il cui grado di complessità è elevato ed i passaggi numerosi. Non tutti sono necessari e, a seconda dei casi, alcuni possono essere accorpati o eliminati, utilizzando una o più delle tecniche di trattamento più diffuse.

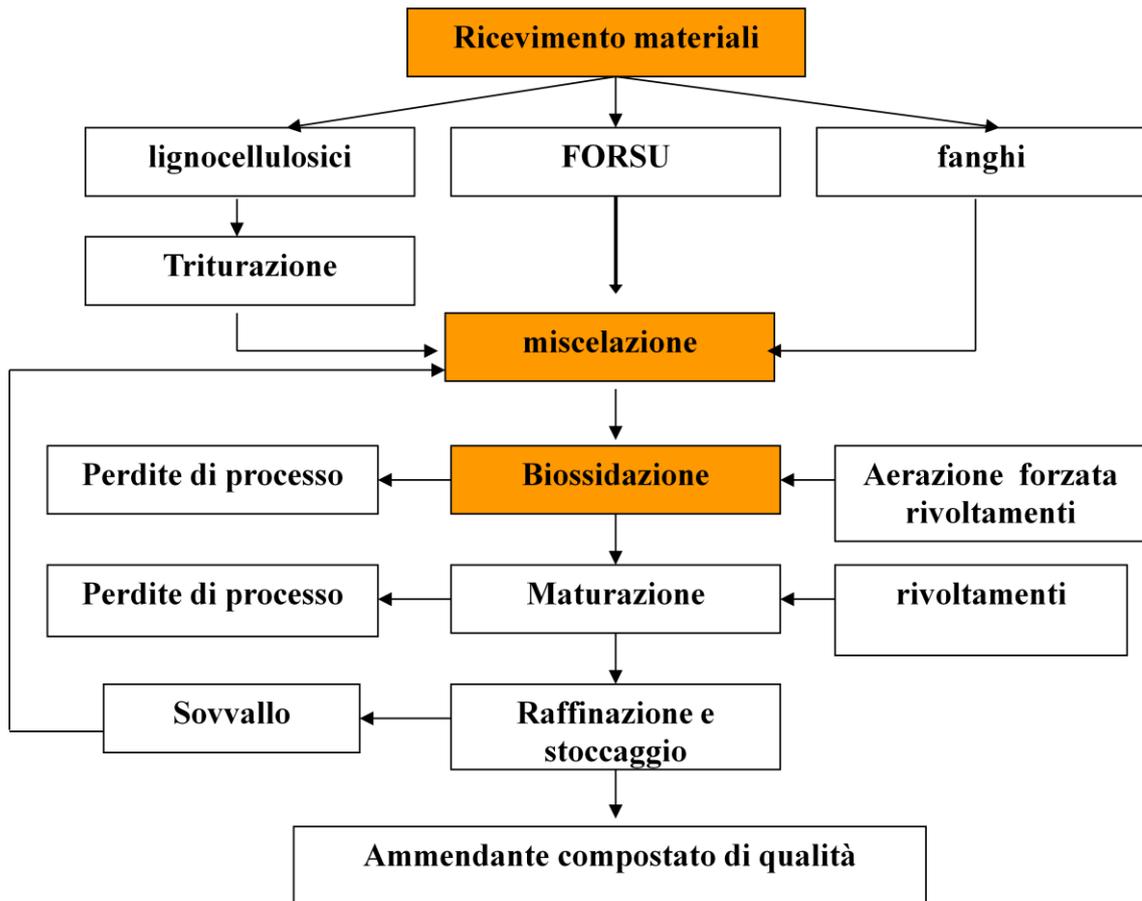



Fig.18: schema di processo per la produzione di compost di qualità. I riquadri colorati indicano passaggi da effettuare in sezioni chiuse, con sistemi di aspirazione delle arie esauste e di raccolta delle acque di processo.

Infatti si individuano tre metodi generali di compostaggio, cioè:

- compostaggio in cumuli periodicamente rivoltati;
- compostaggio in cumuli statici aerati;
- compostaggio in bioreattori.

A questi si aggiunge la pratica del compostaggio domestico, che a seconda della modalità scelta dall'utente può ricadere nel primo o nel terzo metodo.

Il primo consiste nel disporre la matrice per formare lunghe andane (windrows), normalmente a sezione triangolare o trapezoidale. Queste vengono movimentate o rivoltate periodicamente per rimescolare i materiali, ripristinare la porosità della matrice in trasformazione ed effettuare una rapida riossigenazione della stessa. In realtà l'ossigeno così fornito viene consumato rapidamente, ma si ricreano le condizioni per permettere moti di aria richiamata dall'esterno all'interno del cumulo. Oltretutto si favorisce l'omogeneizzazione dei diversi strati, quelli interni ad alta temperatura e quelli superficiali più ossigenati, permettendo un

adeguato e comune grado di stabilizzazione ed igienizzazione di tutta la matrice. La frequenza dei rivoltamenti dipende dal tasso di decomposizione della biomassa, dal contenuto di umidità e dalla porosità, ma deve essere abbastanza alta nel periodo iniziale (per matrici molto putrescibili anche giornaliera), per poi diminuire progressivamente. Con il passare del tempo ed il diminuire del gradiente della temperatura, rivoltando il cumulo si provoca infatti un abbassamento di quest'ultima; inoltre la dimensione dei cumuli si riduce ed è quindi consigliabile riunirne due o più per formare una nuova andana. In tal modo, soprattutto nella stagione fredda, si evita un'eccessiva dissipazione di calore, mantenendo le condizioni mesofile. Si noti che aumentando la frequenza dei rivoltamenti durante la fase di intensa attività biologica (fino a due volte al giorno) è possibile accelerare il processo, portando la matrice a stabilizzazione in 3 - 4 settimane. In ogni caso è necessario che l'umidità sia sufficiente, provvedendo ad un eventuale innaffiamento del cumulo. La fase di maturazione richiede invece meno attenzioni, con circa un rivoltamento a settimana, utile soprattutto per evitare la proliferazione di insetti.

Utilizzare cumuli statici aerati permette, invece, di evitare di movimentare il materiale, visto che l'ossigenazione è già garantita da un sistema costituito da tubi diffusori. L'aerazione può essere passiva, cioè provocata dall'effetto ciminiera che si genera (l'aria calda all'interno del cumulo emigra verso l'alto, richiamando l'aria fredda esterna convogliata dalla tubatura), oppure forzata, quindi controllando il processo tramite l'aspirazione o l'insufflazione dell'aria da o nel cumulo.

Il compostaggio in bioreattori (in-vessel composting) consiste nel contenere il substrato in particolari strutture, per poi applicare in vario modo tecniche di movimentazione ed aerazione. I contenitori possono essere chiusi o semplici vasche aperte e vengono generalmente utilizzati solo per una prima parziale omogeneizzazione e trasformazione delle matrici organiche, relegando la stabilizzazione aerobica vera e propria ad un sistema a cumuli successivo. Le tecnologie utilizzate sono diverse e le più diffuse sono i cilindri rotanti, i silos, le biocelle e le trincee dinamiche aerate.

Viste le diverse modalità di aerazione, per i primi due casi è necessaria una certa attenzione alle dimensioni ed alla composizione strutturale dei cumuli, aggiungendo eventuale materiale di supporto per garantire una migliore circolazione dell'aria. Inoltre in luoghi ad elevata piovosità si può predisporre una copertura per i cumuli, ma è necessario stare attenti a non ridurre la circolazione dell'aria, soprattutto se non forzata.

Il compostaggio domestico prevede invece semplici accorgimenti nella preparazione del substrato, quali sminuzzamento e miscelazione di vari materiali, per ottenere caratteristiche adeguate al processo. Per fare ciò esistono tecniche empiriche che non richiedono alcun tipo di analisi, ma solo un po' di attenzione[96]. Il processo può essere condotto in vari modi che vanno dai cumuli, naturalmente da rivoltare manualmente, ai sistemi confinati, quali trincee, casse, concimaie o contenitori appositi chiamati composter, per finire con l'utilizzo di vermi quali i lombrichi. Le quantità trattabili in tal modo sono limitate, anche se nel complesso del sistema di gestione una forte diffusione di tale pratica, almeno per la frazione verde, può portare a notevoli risparmi[97].

Tornando invece a metodi rivolti a quantità più consistenti, i costi iniziali di investimento sono molto variabili e dipendono dal quantitativo e dalle caratteristiche del materiale da trattare, dall'attrezzatura, dai presidi ambientali richiesti e dai costi legati al contesto, quali costo del lavoro, dell'energia e del terreno. A livello indicativo si possono ipotizzare costi di 200 – 400 €/ton.anno, prevedendo 90 giorni di processo ed un trattamento adeguato delle arie esauste raccolte almeno per la fase di pretrattamento e di biossidazione accelerata[98]. Tali valori si riferiscono però ad impianti ad alto grado di meccanizzazione, con diversi passaggi ed apparecchiatura appropriata, quindi richiedono anche quantità significative di materiale da processare per giustificare i costi, ma sono poco indicativi per il contesto indagato. Infatti simili impianti risultano convenienti se riescono a sfruttare l'economia di scala, ma per fare ciò tutte le singole parti del sistema devono operare al valore ottimale delle loro capacità. Basti pensare che un'attrezzatura complessa riduce sì il numero degli operatori necessari, ma che fino a quantitativi di 30 tonnellate al giorno sono più convenienti impianti con cumuli rivoltati manualmente[99]. Infatti la riduzione del personale può essere solo del 30 – 50%, a fronte di costi di mantenimento dell'attrezzatura minimi obbligati, la necessità di formare gli operatori per l'uso di eventuali macchinari sofisticati e che non sempre le apparecchiature o i loro pezzi di ricambio sono reperibili in loco. Per questo la migliore soluzione è predisporre

---

[96] Per esempio per garantire un giusto rapporto C/N si dividono i materiali utilizzabili in due categorie, "verde" e "marrone", a seconda del tenore di carbonio. La prima è costituita da avanzi da cucina ed in generale da vegetali freschi, di colore solitamente verde, tutti leggermente carenti di carbonio rispetto al rapporto ottimale, mentre per la seconda, composta dal resto (paglia, segatura, foglie secche, etc.) vale l'esatto opposto. Nella pratica basta miscelare due parti di "verde" con una di "marrone", utilizzando la segatura con moderazione. Regole simili esistono anche per mantenere un corretto livello di umidità e di compattezza della matrice.

[97] Giacetti W., "Caratteristiche di un Sistema Maturo: Casi di Studio", SEP, Padova, 18/04/2007.

[98] Ancora Favoino E., "I Trattamenti Biologici: Tecnologie, Tendenze e Prospettive", La gestione integrata dei rifiuti, corso di aggiornamento organizzato dal Politecnico di Milano, Milano 28-31 Gennaio 2008.

[99] Ancora Dulac N., Scheinberg A., "The Organic Waste Flow in Integrated Sustainable Waste Management – Tools for Decision-makers – Experiences from the Urban Expertise Programme", 2001.

l'equipaggiamento strettamente necessario acquisendolo in loco, magari adattando veicoli e macchinari di uso comune per i propri fini. Inoltre si consideri che quantitativi di 30 tonnellate/giorno sono raggiungibili da bacini di più di 51.000 abitanti, ricadendo quindi nella classe delle grandi municipalità[100]. Bisogna poi sottolineare che in Italia un grosso problema per gli impianti di compostaggio è l'impossibilità di processare all'ottimo della propria capacità produttiva, operando spesso ben al di sotto delle proprie potenzialità. Per questo sono preferibili soluzioni a bassa intensità tecnologica e calibrate su quantità inferiori alle potenzialità del bacino, con la possibilità di aumentarle con l'acquisizione di nuovi spazi ed attrezzatura, piuttosto che considerare uno scenario ideale. Oltretutto si parla di una tecnologia che attualmente in BiH e Serbia non è diffusa come trattamento di recupero dei rifiuti, così come non è diffusa la raccolta dell'umido; è quindi facilmente prevedibile che ci vorranno anni prima che il sistema complessivo di gestione dei rifiuti, ora sì integrato, entri a regime. Perciò è meglio posticipare voci di spesa non necessarie nel breve ed avere dati attendibili circa i quantitativi da trattare ed eventualmente approntare modifiche, piuttosto che ritrovarsi con impianti dalla capacità troppo elevata.

Non dovrebbero presentarsi particolari problemi legati all'installazione o al funzionamento di un impianto come la sindrome N.I.M.B.Y. (not in my back yard), visti i larghi spazi a disposizione e la possibilità di utilizzare terreni a distanza di sicurezza dalle abitazione. Inoltre si creerebbe occupazione, aspetto assolutamente preponderante in ogni zona di BiH e Serbia.

Così si può prevedere l'utilizzo di impianti di compostaggio a cumuli rivoltati manualmente per tutte le municipalità con meno di 100.000 abitanti, mentre per bacini superiori bisogna attentamente valutare caso per caso, introducendo progressivamente attrezzature ed eventualmente considerare i cumuli statici aerati. Nel primo caso sono comprese anche municipalità situate in luoghi montagnosi o con inverni molto rigidi e nevosi: in questi casi si può pensare all'utilizzo di tettoie o di compostaggio in bioreattore, predisponendo vasche da movimentare comunque manualmente. Infatti si tratterebbe di portate contenute che non giustificherebbero attrezzature costose e servirebbero solo per la prima fase ad elevata attività biologica. Per la maturazione del compost è meglio utilizzare i cumuli, considerando che il freddo rallenta solo le reazioni, visto che i microorganismi sono comunque presenti e diminuiscono soltanto la loro attività. Inoltre, viste le caratteristiche fortemente esotermiche

[100] Per calcolare tale valore sono state quindi utilizzate la produzione procapite e la composizione merceologica riferite a tale gruppo.

delle reazioni biologiche, uno strato di neve non genera problemi, bensì richiede dimensioni maggiori del cumulo per non disperdere il calore e maggiore attenzione durante le fasi di rivoltamento.

Considerando invece le aree extraurbane delle varie municipalità, il compostaggio è sicuramente l'unico trattamento da prendere in considerazione per la frazione organica, ma nella sua variante domestica. Infatti in quasi tutte queste aree la dispersione delle abitazioni e le condizioni delle strade sono tali che per una famiglia è molto più comodo gestirsi autonomamente il proprio organico, piuttosto che conferirlo in appositi aree o contenitori. Inoltre queste zone sono rurali, quindi l'umido viene già utilizzato come mangime, concime in spandimento diretto oppure per ottenere una specie di compostato. L'obiettivo da porsi in tal caso è migliorare le pratiche già presenti, fornendo supporto per ottenere risultati migliori ed estirpare abitudini pericolose per l'ambiente come la combustione dei rifiuti. Anche l'utilizzo di composter si può considerare non fondamentale visti gli ampi spazi, mentre risulta molto utile per aree cittadine periferiche dove odori ed impatto visivo devono essere contenuti. Per nuclei extraurbani a maggiore densità è prevedibile un compostaggio decentrato, seguendo le indicazioni per le municipalità di dimensioni medio piccole; anche in questo caso è meglio progettare ipotizzando di trattare piccole quantità, per poi eventualmente aumentare la potenzialità dell'impianto. In questo caso è però sconsigliata la gestione diretta da parte della PUC, visto che sarebbe necessaria una flessibilità ed adattabilità per venire incontro alla situazione che è estranea a qualsiasi municipalizzata balcanica.

Tornando agli impianti centralizzati, alcuni presidi ambientali sono comunque necessari, in particolare coperture e sistemi di raccolta del percolato. L'area di ricezione del materiale è bene che sia pavimentata in modo che i liquidi rilasciati dall'umido non si infiltrino nel terreno, ma vengano raccolti grazie ad una certa pendenza del suolo e a delle canaline di scolo. Uguali caratteristiche devono essere presenti nell'area destinata alla triturazione ed alla miscelazione, cioè in quei momenti durante i quali il materiale può rilasciare più liquido.

Riassunto dei costi benefici

Digestione Anaerobica:	difficilmente applicabile per le portate richieste e gli alti costi di investimento. Eventuali sviluppi a medio lungo termine per le municipalità più popolose.
Compostaggio:	applicabile a tutti i contesti, soprattutto a cumuli rivoltati. Da prevedere uno scarso utilizzo di attrezzatura, compensato da lavoro manuale. Da diffondere e migliorare le pratiche riguardanti il compostaggio domestico.
Costi di impianto	
Digestione Anaerobica:	non sono possibili previsioni per il contesto locale, in Italia 400 – 800 €/tonnellata anno.
Compostaggio:	molto variabili a seconda delle portate e delle attrezzature utilizzate. In Italia per un impianto ad elevata potenzialità con tutti i presidi ambientali 200 – 400 €/tonnellata anno, ma per le richieste locali i costi dovrebbero essere molto più contenuti.
Costi di gestione	
Digestione Anaerobica:	difficilmente prevedibili.
Compostaggio:	variabili, comunque legati al numero di operatori. In contesti simili con largo impiego di lavoro manuale 3,5 – 14 €/tonnellata trattata.
Benefici ambientali	
Digestione Anaerobica:	smaltimento in discarica evitato, recupero di materia organica per uso agronomico o di copertura. Produzione di biogas e quindi di energia.
Compostaggio:	smaltimento in discarica evitato, recupero di materia organica per uso agronomico o di copertura.
Emissioni evitate:	umido: 0,254 tCO_2e/t; verde: 0,379 tCO_2e/t (rispetto a discarica controllata)

Capitolo 5: Conclusioni

Dopo l'analisi del contesto e la stesura di proposte progettuali in risposta alle criticità riscontrate, è importante tentare di tirare le fila, di valutare come si dovrebbe agire per garantire un'evoluzione corretta ed armonica del sistema di gestione dei rifiuti. Come indirizzare le strategie delle PUCs, quali interventi risultano prioritari e dove cercare i finanziamenti per poterli realizzare sono tutti aspetti necessari per chiunque voglia intervenire nel contesto balcanico.

È anche utile essere coscienti dei limiti di tale studio, frutto sia dei problemi riscontrati, sia delle ipotesi che l'originalità dell'approccio ha richiesto. Ancora sono stati tralasciati molti aspetti e lasciate aperte molte domande a cui bisognerebbe trovare una risposta; in tal modo si darebbe seguito al lavoro qui intrapreso che, a sua volta, ha trovato spunti in precedenti analisi.

Proprio seguendo questa catena di studi e progetti, di sfide lanciate ed interventi realizzati, è possibile proseguire l'analisi e lo sviluppo del sistema di gestione dei rifiuti in BiH e Serbia.

5.1 Applicabilità e priorità degli interventi proposti

Gli interventi potenzialmente utili sono in numero elevatissimo, considerando che tutte le municipalità richiedono quantomeno di migliorare molti aspetti del sistema, se non di modificarlo radicalmente. Anche gli altri livelli istituzionali, cioè cantonali, di entità e statali, necessitano di definire strategie precise con programmi per applicarle, oltre che predisporre manuali e linee guida che uniformino gli approcci alla materia.

Per definire l'applicabilità degli interventi è necessario non trascurare l'aspetto economico, legato in particolar modo al reperimento dei finanziamenti iniziali, considerando che è molto difficile se non addirittura impossibile procurarli da fonti locali. Anche l'autofinanziamento da parte di organizzazioni non governative è trascurabile, visto che sono poche quelle che effettivamente riescono, almeno in Italia, a coprire quasi interamente i costi degli interventi in modo autonomo.

Innanzitutto per progetti di portata medio piccola è possibile affidarsi alla Cooperazione Decentrata (comuni, provincie, regioni), mentre con il supporto del Ministero Affari Esteri è possibile spingersi oltre. Per quantificare la portata dei finanziamenti, per le ONG è possibile richiedere al MAE contributi fino al 50% del valore del progetto, 70% in casi eccezionali, con

tetti massimi di 840.000, 560.000 e 280.000 € per progetti rispettivamente triennali, biennali ed annuali; tali cifre possono aumentare, elevando anche i totali complessivi, per interventi congiunti di più organizzazioni[101]. Esistono però criteri di ammissibilità ben dettagliati ed un supporto che non risulta assolutamente automatico una volta che questi vengano rispettati. Inoltre sono posti vincoli molto forti per la stesura del budget, ad esempio i contributi minimi da parte sia dell'ONG proponente, sia della controparte locale; bisogna, inoltre, specificare le quote monetarie e quelle di valorizzato e soprattutto rispettare dei tetti massimi percentuali per alcune voci di spesa. In particolare nel campo della gestione dei rifiuti diventa fortemente limitante la quota massima del 40% sul valore complessivo dell'intervento per costruzioni ed attrezzature.

È possibile ottenere fondi anche da alcune fondazioni private che possono interessarsi ad una determinata area o tematica e garantire collaborazione e supporto, permettendo interventi mirati e con meno vincoli. Purtroppo non sono molte e vanno cercate e convinte adeguatamente.

La Banca Mondiale ha aperto linee di credito ad hoc per la gestione dei rifiuti e la Commissione Europea partecipa con dei finanziamenti. L'attenzione continua ad essere incentrata sulle discariche, ma ora è possibile fare richiesta per progetti che riguardino anche la raccolta differenziata e la logistica, come ha fatto Sarajevo riuscendo a costruire un impianto di separazione delle materie prime secondarie. In particolare è allocato un budget che viene suddiviso in base alle domande di finanziamento e viene incrementato e prolungato a seconda dei risultati ottenuti. In questo caso si può arrivare anche ad alcuni milioni di Euro per progetto.

La linea di finanziamento sicuramente più promettente per il sistema indagato è legata ai programmi dell'Unione Europea per lo sviluppo di Paesi candidati o potenzialmente tali. In particolare l'IPA (Instrument for Pre-Accesion Assistance) è lo strumento principalmente utilizzato nelle componenti fino ad ora a disposizione di BiH e Serbia, cioè Institutional Building (relativamente all'adeguamento agli standard europei per strategie e politiche di settore) e Cooperazione Transfrontaliera (due delle quattro aree prioritarie sono ambiente e sviluppo urbano sostenibile); a breve si potrà finalmente accedere anche alle altre tre (Sviluppo Regionale, Sviluppo delle Risorse Umane e Sviluppo Rurale), visto il raggiungimento dello status di Paese ufficialmente candidato da parte di ambo gli Stati. Il

---

[101] "Progetti Promossi da ONG. Procedure di Presentazione e Gestione", Ministero degli Affari Esteri, approvata dal Comitato Direzionale con Delibera N°73 del 09/10/2006.

budget complessivo per il periodo 2007 – 2013 è di oltre 11 miliardi di Euro, con la possibilità di finanziare progetti anche molto significativi. Di grande interesse è il programma Twinning che si pone l'obiettivo di inviare tecnici ed esperti comunitari per potenziare, tramite una specie di gemellaggio, le capacità amministrative pubbliche in settori definiti dalla controparte locale, a cui non è richiesto alcun contributo finanziario; tra gli ambiti previsti è infatti presente anche l'ambiente.
Per concludere, esistono anche fondi di agenzie delle Nazioni Unite, che però decidono dove e come agire, commissionando direttamente la progettazione tecnica e la realizzazione dei loro interventi.
In linea generale maggiore è l'entità del progetto, maggiore è la difficoltà a procurare il finanziamento, con un crescere significativo degli oneri burocratici.

Dopo aver preso in considerazione le potenzialità offerte dal mondo della Cooperazione allo Sviluppo, a cui si possono aggiungere anche iniziative di carattere privato, è necessario tentare di definire una scala di priorità per gli interventi da effettuare. Innanzitutto è fondamentale progettare dedicando una grande attenzione al bilancio, per aiutare l'intero sistema a raggiungere la sostenibilità economica. Inoltre bisogna prendere a riferimento il modello delineato dalle direttive europee, sia per quanto riguarda le metodologie di gestione e trattamento, sia per gli obiettivi quantitativi. Non è naturalmente possibile centrarli a breve, se non in singole aree particolarmente privilegiate, ma si deve pianificare ogni intervento come un passo che avvicini a tale traguardo. Comunque l'attenzione deve essere legata al contesto, con scelte adeguate, anche se in controtendenza rispetto ad altri paesi guida: l'importante è che si rispettino le direttive e che gli obiettivi posti vengano raggiunti, anche a costo di utilizzare tecnologie magari considerate obsolete, ma nello specifico caso più efficaci. Inoltre è imprescindibile introdurre un approccio davvero integrato alla gestione dei rifiuti, analizzando e progettando il sistema nel complesso, per poi intervenire sulle singole parti. Tale visione permette di ottenere il giusto punto di vista per individuare e definire le priorità del sistema, seguendo le linee precedentemente tracciate.
A livello generale non è facile stabilire quali interventi siano necessari per primi, soprattutto perché i contesti sono diversi per caratteristiche ed esigenze, ma si proverà comunque a stilare una scala ideale.
Proprio per indirizzarsi verso la sostenibilità economica con un approccio integrato, ogni municipalità dovrebbe considerare di cambiare completamente il proprio sistema rifiuti,

partendo dalla raccolta, passando per la gestione e finendo con il recupero e lo smaltimento. Una riorganizzazione radicale, con l'introduzione della raccolta domiciliare dell'umido e dei riciclabili, porterebbe ad aumentare notevolmente le quantità intercettate e ad una riduzione drastica sia degli interventi straordinari di bonifica di siti di conferimento abusivo, sia dei quantitativi smaltiti in discarica; inoltre si richiederebbe una partecipazione molto più attiva da parte della popolazione, favorendo lo sviluppo di una maggiore attenzione per l'ambiente. Il lavoro, le attrezzature ed il loro utilizzo possono essere ottimizzati, pianificando i giri di svuotamento ed adeguandoli alle esigenze del territorio, fornendo così un servizio migliore. Il caso Sarajevo dimostra, inoltre, che ad un aumento della qualità del servizio corrisponde anche una crescita del numero degli utenti paganti, mentre l'esperienza italiana garantisce che una pianificazione corretta, anche se complessa con sistemi porta a porta e diverse frazioni considerate, genera benefici economici. Un simile approccio sarebbe già un balzo verso il modello europeo, anche se all'inizio sono prevedibili problemi ed è magari possibile trattare solo pochi flussi. Questo genere di intervento richiede inevitabilmente la ricerca di compratori per i riciclabili e soprattutto la realizzazione di un impianto di compostaggio, visto l'inserimento del recupero di materia organica nel sistema. Il riciclaggio è già, comunque, una tendenza di tutte le municipalità, assolutamente da assecondare e potenziare, ma con l'accortezza di non organizzare semplici raccolte aggiuntive, con addirittura un aumento dei costi complessivi. È sicuramente più facile effettuare un simile riassetto gestionale in municipalità di dimensioni limitate, ma anche tutte le altre dovranno, prima o poi, adeguarsi e muoversi in tal senso.

Un altro intervento fondamentale, ma in generale secondo in ordine di importanza, è l'ottimizzazione logistica dei trasporti con la realizzazione di una stazione di trasferenza. Se le condizioni la rendono percorribile, questa strada può portare ad una forte riduzione dei costi, con il grande vantaggio aggiuntivo di liberare molte ore lavoro, sia di personale, sia di veicoli, da poter dedicare al miglioramento del servizio. Un sistema di ottimizzazione logistica, inoltre, può essere coniugato o precedere la realizzazione di un'isola ecologica o di un impianto di separazione, con un incremento degli effetti positivi di entrambi grazie alle sinergie possibili; inoltre si spingerebbe la PUC ed in generale la municipalità ad affrontare la gestione dei rifiuti in modo più strutturato, con più attenzione alla pianificazione delle proprie attività. In tal modo una stazione di trasferenza risulterebbe comunque utile, nonostante la riduzione dei flussi conseguente ad una raccolta differenziata significativa, grazie alla funzione di accumulo per i materiali, riducendo ulteriormente i costi da attribuire

esclusivamente alla fase di trasporto. Bisogna in più considerare che una simile soluzione diventerà inevitabile quando non si potrà più smaltire nelle discariche non controllate attualmente in uso, con la necessità di viaggi di decine di chilometri, situazione che si verificherà nel giro di qualche anno. In quel momento in molte aree sarebbe probabilmente ideale un sistema di trasporto che serva più municipalità.
Rimane quindi l'estensione del servizio alle aree extraurbane, con un conseguente aumento dei rifiuti intercettati. Tale intervento dovrebbe essere prioritario, ma è inutile illudersi: attualmente non ci sono spinte politiche per servire meglio le zone esterne alle città, questo che non è avvertito come un vero problema da una buona fetta della popolazione ed essendoci carenza di fondi è davvero difficile modificare questa situazione. Potrebbe però essere accettata una soluzione che offra un servizio migliore ad un costo inferiore come quella proposta, magari sperimentandola in una zona pilota. Si segnala che una corretta gestione dei rifiuti è fondamentale per lo sviluppo delle aree rurali, quindi è forse possibile ottenere finanziamenti a questo scopo tramite l'omonimo componente IPA.
Per finire è importante poter disporre di dati affidabili sulla situazione, in modo da poterla analizzare meglio e pianificare strategie ed interventi adeguati. Sicuramente raccogliere buone informazioni è dispendioso, quindi è necessario trovare un compromesso soddisfacente tra costo e qualità: sarebbe già importante riuscire a far compilare alle municipalità ed alle PUCs registri delle loro attività, in modo da evitare di dover escogitare, ogni volta, modi per reperire informazioni a riguardo. Con l'introduzione e la diffusione di questa pratica crescerebbe di conseguenza anche la qualità dei dati e con essa la precisione ed adeguatezza dei progetti. Questo non è un intervento, bensì una buona pratica che tutti dovrebbero assumere, un'attenzione rivolta alla realtà locale e a chi lavorerà per essa in futuro.

5.2 Limiti, elementi originali e prospettive di ricerca dello studio

Il contesto indagato è particolarmente complesso e variegato ed ha mostrato una preoccupante carenza di dati che lo descrivevano. Per questo si è rivelato necessario reperirli da ogni fonte disponibile, tramite stage in loco, sopralluoghi specifici, analisi di documenti dei più disparati ed incontri con professionisti e tecnici con esperienza sul campo. Questo approccio, sicuramente dettato dall'esigenza, è quindi profondamente radicato nella conoscenza del territorio e delle sue problematiche, anche se forzatamente poco sistematico e preciso. Infatti

già nella fase di analisi si sono sottolineate le lacune di carattere metodologico riscontrate in diversi documenti: si è provato a porvi rimedio contestualizzandoli o assumendo ipotesi in modo da poter considerare comunque le informazioni contenute, ma è palese la forte incertezza delle stime effettuate e successivamente utilizzate. Anche le proposte progettuali hanno richiesto, per poter essere di carattere generale, ipotesi ed approssimazioni che possono essere localmente smentite. Per tentare di realizzare uno degli interventi consigliati risulta quindi imprescindibile un'opera di verifica locale delle ipotesi e dei parametri considerati, oltre ad un'adeguata contestualizzazione. Inoltre, vista la vastità dell'ambito studiato, alcuni aspetti sono stati forzatamente affrontati in maniera limitata e si è dovuto addirittura trascurarne altri: la visione che si è provato a dare della realtà della gestione dei rifiuti è sicuramente parziale, così come è viziata da un certo grado di soggettività. Ugualmente si può dire di alcune considerazioni che hanno portato all'individuazione delle proposte progettuali; sono stati di particolare aiuto gli incontri e gli scambi di idee con professionisti che hanno lavorato sulla tematica, ma non tutto è universalmente condiviso, quindi ci sono margini di discussione.

Con la consapevolezza di questi limiti, si è comunque cercato di utilizzare un approccio il più ampio possibile, in modo da analizzare in maniera integrata i vari aspetti del sistema rifiuti. Individuando le criticità nelle varie parti, proponendo chiavi di lettura dettate da una buona conoscenza della realtà e delle esperienze pregresse, si sono studiate soluzioni atte ad avere effetti significativi, stimati qualitativamente e quantitativamente. Si è anche tentato di essere legati il più possibile al contesto ed all'aspetto applicativo delle tecnologie proposte, anticipando le situazioni in cui era prevedibile imbattersi; tale approccio è molto carente negli studi riguardanti i rifiuti in BiH e Serbia, come sanno bene coloro che lavorano in quei Paesi.

Visti gli innumerevoli aspetti toccati e le probabili evoluzioni che il sistema subirà nei prossimi anni, si aprono diversi ambiti di studio, atti a meglio definire il contesto, a confermare le ipotesi assunte, a verificare la bontà delle proposte progettuali ed a svilupparne di nuove. Per quest'ultimo aspetto sarebbe interessante concentrarsi e proporre interventi per la raccolta e l'eventuale recupero di alcune frazioni particolari, come le ceneri o gli ingombrati. Farmaci scaduti e pile vengono raccolti solo in pochissimi luoghi, i rifiuti sanitari vengono trattati tutti come semplici solidi urbani ed esistono rifiuti industriali accumulati in fabbriche dismesse o in via di chiusura. Ancora si potrebbero seguire i passi delle municipalità verso l'adeguamento alle direttive europee ed all'introduzione di un sistema integrato di gestione dei rifiuti, magari con i primi tentativi su scala pilota di raccolta

dell'umido, copertura di aree extraurbane e compostaggio centralizzato di RSU. Vi sono inoltre interventi innovativi che meritano di essere monitorati e sostenuti con un'adeguata progettazione, come la creazione in alcune municipalità di isole ecologiche sfruttando luoghi importanti e significativi, come le scuole: visti gli spazi a disposizione, la raccolta e la vendita di alcune tipologie di riciclabili ricoprono un ruolo sia educativo sia di autofinanziamento per le attività degli istituti.
Bosnia Erzegovina e Serbia, ed in particolar modo il loro sistema rifiuti, richiedono una forte attenzione da porre dagli aspetti più teorici a quelli più applicativi, dallo studio di nuove soluzioni tecnologiche all'adeguamento al contesto di altre ben affermate. Gli ambiti di studio sono numerosissimi, limitati soltanto dagli interessi e le possibilità del mondo della ricerca.

5.3 Conclusioni

Quando si inizia a parlare di Bosnia Erzegovina, di Serbia o in generale di Balcani, ci si inoltra in un universo estremamente complesso e sfaccettato che richiede pazienza e calma. Bisogna pian piano tentare di incollare i vari pezzi che compongono il puzzle e formarsi un quadro della situazione, con la consapevolezza che un nuovo tassello può cambiare l'intera immagine.
Così questo studio ha tentato, basandosi su una ricerca molto ampia, di fornire uno strumento finalizzato sia a mostrare un quadro completo e chiaro della situazione generale, sia ad interpretare i contesti locali, per quindi intervenire in modo puntuale. L'obiettivo che si era posto di garantire un supporto per una progettazione più accurata ed efficace è stato raggiunto, anche se bisognerà aspettare il suo utilizzo sul campo per testarne l'efficacia.
D'altro canto il lavoro di raccolta dati, analisi ed individuazione e progettazione degli interventi si è rilevato molto stimolante, riscuotendo interesse, a volte addirittura entusiasmo, in persone che lavorano nei Balcani. Questo conforta a riguardo dell'effettivo utilizzo che il documento potrà avere, quindi dell'utilità degli sforzi profusi, e spinge a continuare ad affinare la conoscenza del contesto e degli strumenti da utilizzare.
Bosnia Erzegovina e Serbia sono sempre più vicine all'Europa, come cittadini europei dovremmo essere pronti ad accoglierle adeguatamente.

Allegato 1: Metodologia ufficiale serba per l'analisi quantitativa e qualitativa degli RSU

Methodology for weigh and composition estimation of communal waste

1. Quality and quantity analysis of waste

Under the quantity analysis of waste we mean establishing of total waste weigh on certain territory for certain time. Quantity analysis means to measure appeared waste.

Weigh of waste depends from:

- ✓ source,
- ✓ number of citizens
- ✓ way of inhabit
- ✓ way of collecting
- ✓ capability of separation raw material
- ✓ season (period of year)
- ✓ economic development

Quality analysis means establishing share mass of certain kinds of waste in characteristic waste sample.

Number of citizens, development level of settlement, period of year (season), clime and geographical location have an influence on morphology of waste composition.

2. Methodology of waste examination: minimal standards for make representative sample

Volume of sample is important to escort methodology.

Sample is even less unit:

- ✓ which can be removed from original quantity;
- ✓ to set apart;
- ✓ for which we can do particular results.

For standards of this analysis we propose three ways of waste components:

- ✓ analysis of households waste;
- ✓ analysis of waste from containers;
- ✓ combination of these two methods.

With sample we must cover at least 5% of citizens to be representative.

For example:

- ✓ Analysis of 3000l container can be a unit of sample cause the volume is defined
- ✓ at households waste it's not easy to defined a unit of sample
- ✓ particular analysis of commercial waste has to be performed on location for commercial activities.

Also, it's useful separate analysis of pure commercial activities of collecting waste from containers, maintenance of green areas and other communal services. Proposed methodology is declined and every municipality should adapt it for their needs. Basic components (paper, plastic, metal, glass, organic waste) must be subject of this interrogation.

2.1. Quantity analysis of waste

Quality analysis of waste is based on interrogation of morphological waste composition, according to demands and agreement toward the Catalog of waste.

Under the pretext in Serbia most of municipalities have about 30.000 citizens, the scheme (model) is based on concept of making sample for municipalities under of 30.000 citizens and over.

Opština (grad)		
Nivo uzorkovanja	Kontejneri	Kontejneri
Broj stanovnika	<30 000	> 30 000
Zona		
Centralna zona opštine	min 1 sektor	min 2 sektora
	min 3 sub sektora (min 3 sub sektora)	min 3 sub sektora (min 6 sub sektora)
	min 3000 l po sektoru	min 3000 l po sektoru
Periferija	min 1 sektor	min 1 sektor
	min 3 sub sektora (min 3 sub sektora)	min 3 sub sektora (min 3 sub sektora)
	min 3000 l po sektoru	min 3000 l po sektoru
Selo	min 1 selo po opštini	min 1 selo po opštini
	min 1 sektor	min 1 sektor
	min 3 sub sektora (min 3 sub sektora)	min 3 sub sektora (min 3 sub sektora)
	min 3000 l po sektoru	min 3000 l po sektoru
Komercijalna zona	min 1 sektor	min 1 sektor
	min 3 sub sektora (min 3 sub sektora)	min 3 sub sektora (min 3 sub sektora)
	min 3000 l po sektoru	min 3000 l po sektoru

2.2. Description of methodology for quantity analysis of waste

Regarding the certain plan and schedule we need to make analysis of waste on definite categories (paper, glass,…), according to scheme of interrogation; on source, directly from container.

In special occasions can be separate on landfill. Separated waste should be classify on components according to Catalog of waste. Weigh and volume of individual components should be determinate and notice in appropriate chart. If it's possible to establish number of households who dispose waste in certain containers, we can also define the average volume of deposited by one citizens. On this way we only have an estimation, because most of the households don't dispose their waste at the same day.

WASTE ANALYSIS					
City			Analyze	Date	
Area				System	
Structure					
System			Liter		Specific density
Amount			Liter		
Results		**kg**	%	**Liter**	**kg/m3**
Biodegradable waste					
Paper					
Cardboard					
Glass					
Metal	Fe-Metal				
	Not Fe-Metal				
Composite waste (rifiuti compositi)					
Plastic	Plastic/Comp				
	PET				
	Foil				
Textile					
Unclassified inflammable waste					
Unclassified noncombustible waste					
Particular household waste					
Small components					
Results:					

Description of methodology for quantity analysis of waste

According to fact that every citizen don't dispose the same volume of waste per day, this methodology propose 21 day in transitional periods of year winter-spring and summer-autumn, at least two times per year.

Opština (grad)		
Nivo uzorkovanja	Kese za otpad	Kese za otpad
Broj stanovnika	<30.000	> 30.000
Frekventnost	21 dan	21 dan
Sektor		
Centralna zona opštine	min 1 sektor	min 2 sektor
	min 3 sub sektora (min 3 sub sektora)	min 3 sub sektora (min 6 sub sektora)
	min 20 HH po sub-sektoru	min 20 HH po sub-sektoru
	min 60 HH ukupno	min 120 HH ukupno
Periferija	min 1 sektor	min 1 sektor
	min 3 sub sektora (min 3 sub sektora)	min 3 sub sektora (min 3 sub sektora)
	min 60 HH ukupno	min 20 HH po sub sektoru
		min 60 HH ukupno
Selo	min 1 selo po opštini	min 1 selo po opštini
	min 1 sektor	min 1 sektor
	min 3 sub sektora (min 3 sub sektora)	min 2 sub sektora (min 2 sub sektora)
	min 20 HH po sub sektoru	min 20 HH po sub sektoru
	min 60 HH ukupno	min 40 HH ukupno

2.3. Description of methodology for quantity analysis of waste

Chosen households will receive 21 plastic bag for waste. Everyday, during this period of 21 days waste from households will be collected. Weigh of bags should be noticed ,than deposited on landfill or in to containers.

Note: If we transport the waste to a landfill we can use it for another quantity analysis for better and more precise data.

Selo	Raca			ZONA		Ss				Prvi dan		25-Jun-06		Poslednji dan		16-Jul-06			
Domaćinstvo[HH]	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX
PE/HH																				
Dan 1																				
Dan 2																				
Dan 3																				
Dan 4																				
Dan 5																				
Dan 6																				
Dan 7																				
Dan 8																				
Dan 9																				
Dan 10																				
Dan 11																				
Dan 12																				
Dan 13																				
Dan 14																				
Dan 15																				
Dan 16																				
Dan 17																				
Dan 18																				
Dan 19																				
Dan 20																				
Dan 21																				
Sve podatke uneti u gramima																				

Allegato 2: Analisi merceologiche degli RSU delle municipalità e stime in base alla popolosità.

Municipalità	Popolazione	Periodo	% Organico	% Carta	% Plastica	% Vetro	% Metallo	% Tessile e pelle	% Ceneri	% Altro	Note	Fonte
Sarajevo*	410.000	Ignoto	*46*	17	13	8	6	-----	-----	*10*	Non erano presenti "tessile e pelle" e "ceneri".	World Bank
Doboj*	80.000	Inverno	*15*	50	12	6	3	3	1	*10*		RANSMO
		Estate	*20*	45	11	8	4	2	0	*10*		RANSMO
Modriča	30.000	Inverno	70	9	8	2	2	3	1	5	Riscaldamento a legna o carbone	RANSMO
		Estate	73	7	8	2	2	4,5	0,5	3		RANSMO
Livno*	40.600	Inverno	*41*	13	7	5	1	5	18	*10*	Riscaldamento a legna o carbone	RANSMO
		Estate	*43*	15	4	5	2	21	0	*10*		RANSMO
Posušje	17.000	Inverno	35	17	29	4	6	2	1	6		RANSMO
		Estate	22	17	42	8	3	1	0	7		RANSMO
Trebinje	36.000	Inverno	38	17	18	6	8	8	5	0		RANSMO
		Estate	40	17	20	3	2	13	0	5		RANSMO
Bileća	14.700	Inverno	25	22	27	9	2	3	12	0	Riscaldamento a legna o carbone	RANSMO
		Estate	12	31	21	17	6	8	0	5		RANSMO
Zavidoviči*	46.000	Marzo	25	7	13	22	2	0	*26*	*5*	Erano presenti le voci "tessili, legno", "inerti e vetro" e "sottovaglio".	CeTAmb
		Maggio	34	11	17	22	9	2	0	5		CeTAmb
		Novembre	49	4	12	8	2	4	*16*	*5*		CeTAmb
Belgrado*	1.576.124	Ignoto	*48*	27	6	6	3	-----	-----	*10*		Gvozdenovic e Scekic
		Ignoto	*47*	25	3	6	6	3	*0*	*10*		Designing Waste Management Strategic Policy Framework, REC, 2006
Subotica*	148.401	Ignoto	*17*	19	6	6	6	5	31	*10*		
Batočina*	12.220	Ignoto	*34,5*	30	4	7	0,5	4	10	*10*		
Niš	250.518	Maggio	43,9	10,6	13,3	8,3	10	5	5	3,9		COOPI

		Primavera Autunno	74,1	8,8	9,4	3,1	0,6	-----	-----	4	Forte presenza di scrap collectors.	Mechanical Faculty e PUC "Čistoča"
Novi Pazar*	99.664	Annuale	*40*	20	6	7	2	15	-----	*10*	"Organico" e "Altro" erano raggruppate.	COOPI
Šabac*	122.893	Ignoto	*42*	26	5	7	6	4	-----	*10*		REC
Novi Sad	299.994	Agosto	65,8	13,5	11,5	1,5	1,9	2,2	-----	3,6		Vujic, Marinic, Basic
		Annuale	64	14	12	2	2	2	-----	4		
Vranje	87.288	Giugno	72	10	9	2	2	1	-----	4		Vranje Landfill Pre Feasibility Study
Zrenjanin	132.051	Ignoto	69	5,8	12,2	1,5	6	3,5	-----	2		

*: studi che presentano valori modificati, segnalati in corsivo.

MEDIA GLOBALE	% Organico	% Carta	% Plastica	% Vetro	% Metallo	% Tessile e pelle	% Ceneri	% Altro
Media	43,8	18,5	11,8	6,3	3,8	4,6	4,5	6,7
Dev.St.	18,32	10,45	8,13	4,01	1,83	4,27	8,07	3,34

Belgrado e Sarajevo	% Organico	% Carta	% Plastica	% Vetro	% Metallo	% Tessile e pelle	% Ceneri	% Altro
Media	46,8	21,5	8,8	7,0	5,3	0,8	0,0	10,0
Dev.St.	1,06	6,36	6,01	1,41	1,06	----	----	0,00

Municipalità sotto i 100.000 abitanti	% Organico	% Carta	% Plastica	% Vetro	% Metallo	% Tessile e pelle	% Ceneri	% Altro
Media	39,9	19,7	14,5	7,1	3,0	4,9	4,8	6,1
Dev.St.	19,90	13,02	10,15	5,05	1,57	4,19	5,15	3,20

Municipalità sopra i 100.000 abitanti	% Organico	% Carta	% Plastica	% Vetro	% Metallo	% Tessile e pelle	% Ceneri	% Altro
Media	48,7	15,7	8,7	4,8	4,5	5,4	5,6	6,6
Dev.St.	19,52	7,39	3,37	2,53	2,01	4,84	12,49	3,76

Allegato 3: Calcolo delle emissioni di CO_2 equivalente nei vari scenari emissivi

Per valutare l'impatto di un intervento sulla dinamica del riscaldamento globale si calcolano le emissioni provocate o evitate di gas clima alteranti, cioè i comunemente detti gas serra, espresse in tonnellate di CO_2 equivalente, in relazione ai vari scenari possibili. In particolare si deve valutare la situazione in assenza ed in presenza del progetto.

Per calcolare le emissioni si è utilizzata la procedura dell'UNFCCC (United Framework Convention on Climate Change) "Tool to determine methane emissions avoided from dumping waste at a solid waste disposal site", versione 03, applicabile quando è noto il luogo di conferimento dei rifiuti e per rifiuti non pericolosi, adattandola agli scenari utili.

Infatti tale strumento serve per determinare le emissioni di metano evitate durante un determinato anno y grazie allo smaltimento evitato di rifiuti nel sito di conferimento di RSU (solid waste disposal site SWDS) durante il periodo compreso dall'inizio del progetto alla fine dell'anno y ($BE_{CH4,SWDS,y}$, risultato espresso in tCO_2e) . Si valutano solamente le emissione di metano perché è il gas clima alterante liberato in quantità maggiori dalle reazioni di ossidazione di sostanza organica e presenta un alto potenziale di riscaldamento globale (global warming potential GWP). Infatti vengono liberati anche altri gas, come l'N_2O, ma in dosi trascurabili (semplificazione prevista dalla procedura), mentre la CO_2 prodotta è il risultato dell'ossidazione completa della sostanza organica, quindi è un'emissione biogenica e da non considerare nei bilanci.

La formula che si è utilizzata è la seguente:

$$BE_{CH4,SWDS,y} = \varphi \cdot (1-f) \cdot GWP_{CH4} \cdot (1-OX) \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot DOC_f \cdot MCF \cdot \sum_{x=1}^{y} \sum_{j} W_{j,x} \cdot DOC_j e^{-k_j \cdot (y-x)} \cdot (1-e^{-k_j})$$

φ: fattore di correzione del modello comprendente le incertezze (0,9).

f: frazione del metano catturato nell'SWDS e bruciato o utilizzato in altra maniera.

GWP_{CH4}: GWP del metano (21).

OX: fattore di ossidazione (riflette l'ammontare di metano dell'SWDS che è ossidato nel suolo o in altro materiale che ricopre i rifiuti).

F: frazione del metano nei gas dell'SWDS in volume (0,5).

DOC_f: frazione del carbonio organico degradabile (DOC) che può essere decomposto.

MCF: fattore di correzione del metano.

$W_{j,x}$: quantità di rifiuto organico di tipo j il cui smaltimento nell'SWDS nell'anno y è stato evitato (tonnellate).
DOC_j: frazione del carbonio organico in peso nel rifiuto di tipo j.
k_j: indice di decadimento per il tipo di rifiuto j.
j: tipo di rifiuto.
x: anno durante il periodo di acquisizione dei crediti di emissione: w parte con il primo anno del primo periodo di acquisizione dei crediti (x = 1) fino all'anno y per il quale le emissioni sono calcolate (x = y).
y: anno per cui sono calcolate le emissioni di metano.

Considerando i rifiuti conferiti invece di quelli evitati ($W_{j,x}$), si sono di conseguenza stimate le emissioni prodotte invece di quelle evitate ($BE_{SWDS,CH4,y}$) nell'anno y, adattando i parametri al contesto e agli scenari considerati.
Bosnia Erzegovina e Serbia presentano il medesimo clima che ricade nella categoria "Boreale e Temperato - Umido" per l'assunzione di valori per l'indice di decadimento k_j, vista l'assenza di stime sito specifiche:

Waste type *j*		**Boreal and Temperate (MAT≤20°C)**		**Tropical (MAT>20°C)**	
		Dry (MAP/PET <1)	Wet (MAP/PET >1)	Dry (MAP< 1000mm)	Wet (MAP> 1000mm)
Slowly degrading	Pulp, paper, cardboard (other than sludge), textiles	0.04	0.06	0.045	0.07
	Wood, wood products and straw	0.02	0.03	0.025	0.035
Moderately degrading	Other (non-food) organic putrescible garden and park waste	0.05	0.10	0.065	0.17
Rapidly degrading	Food, food waste, sewage sludge, beverages and tobacco	0.06	0.185	0.085	0.40

Inoltre, visto che si vogliono stimare le emissione specifiche generate dai rifiuti, verrà considerato un unico conferimento effettuato al primo anno (x = 1), escludendone ulteriori negli anni successivi, quindi:

$$BE_{CH4,SWDS,y} = \varphi \cdot (1-f) \cdot GWP_{CH4} \cdot (1-OX) \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot DOC_f \cdot MCF \cdot \sum_j W_j \cdot DOC_j\, e^{-k_j \cdot (y-1)} \cdot (1-e^{-k_j})$$

Viene ora calcolata la sommatoria delle emissioni $TBE_{CH4,SWDS,z}$ che vengono prodotte in un orizzonte temporale z, quindi:

$$TBE_{CH4,SWDS,z} = \sum_{y=1}^{z} BE_{CH4,SWDS,y}$$

Il risultato sarà sempre in tonnellate di CO_2 equivalente.

Come arco temporale si considerano 30 anni (z = 30), valore per il quale le reazioni di digestione anaerobica e di metanogenesi diventano poco significative in discariche controllate e quindi si considera trascurabile la produzione di biogas. Oltretutto tale valore è quello solitamente assunto per il calcolo dei crediti di emissione per le discariche, cioè l'uso per cui è stato elaborato il modello utilizzato.

Ancora si considera 1 tonnellata di RSU con la composizione media calcolata nel capitolo 2, ipotizzando che il rifiuto organico sia composto da sfalci lentamente degradabili (sfalci) per il 5% e moderatamente degradabili (foglie e potature) per un altro 5%, mentre il restante 90% da sostanze rapidamente degradabili. Si segnala inoltre che vetro, metallo, plastica ed altri materiali non degradabili si considerano appartenenti alla medesima classe e non contribuiscono alla produzione di metano. Si ottengono quindi i seguenti valori di W_j, mentre per quelli di DOC_j sono utilizzati quelli forniti dalla procedura per rifiuti in condizioni umide:

	Carta	**Tessile**	**Verde (sfalci)**	**Verde (foglie)**	**Rapid. Degradabile**	**Non degradabile**
W_j (t)	0,185	0,046	0,022	0,022	0,394	0,331
Doc_j	40%	24%	43%	20%	15%	0%

Gli scenari considerati sono i seguenti:

- Rifiuti conferiti in discariche abusive (non raccolti dalle PUC).
- Rifiuti smaltiti in discariche non controllate per utenze < 100.000 abitanti.
- Rifiuti smaltiti in discariche non controllate per utenze > 100.000 abitanti.
- Rifiuti smaltiti in discariche controllate.

Rifiuti conferiti in discariche abusive

Sebbene non sia noto e fisso il luogo di conferimento dei rifiuti, si ipotizza che sia come una discarica incontrollata di spessore inferiore ai 5 metri, quindi MCF = 0,4. Conseguentemente f = 0 (assenza di sistemi di captazione e combustione del biogas) e OX = 0 (non è presente materiale di copertura).

Le emissione relative a tale scenario risultano quindi $TBE_{CH4,SWDS} = 0{,}352 \ \frac{t\ CO_2e}{t\ RSU}$.

Rifiuti smaltiti in discariche non controllate per utenze < 100.000 abitanti

Questo scenario si applica a tutte le discariche non controllate utilizzate dalle municipalità di piccole dimensioni che generalmente non presentano né forme di controllo e manutenzione (scrap collectors liberi di agire, incendi scarsamente controllati), né forme di copertura o livellamento dei rifiuti. Nel corso degli anni si è formato uno strato di più di 5 metri di profondità e/o la quota piezometrica è prossima al piano campagna; in tale scenario MCF = 0,8, f = 0, OX =0, con una quota emissiva $TBE_{CH4,SWDS} = 0{,}704 \ \frac{t\ CO_2e}{t\ RSU}$.

Se la situazione è leggermente migliore, si può presupporre che la discarica venga parzialmente livellata e coperta con terra, favorendo reazioni di tipo ossidativo (OX = 0,1) facendo leggermente calare le emissioni a $TBE_{CH4,SWDS} = 0{,}633 \ \frac{t\ CO_2e}{t\ RSU}$.

Rifiuti smaltiti in discariche non controllate per utenze > 100.000 abitanti

In tale scenario si prevede che l'utenza più ampia favorisca una gestione più attenta della discarica, anche se le condizioni non sono ancora ottimali. In particolare si prevede che il luogo sia discretamente controllato ed il materiale venga coperto, compattato meccanicamente e/o livellato (MCF = 1). In tali condizioni anaerobiche si prevede che parte del biogas subisca reazioni di ossidazione risalendo verso la superficie (OX = 0,1), ma non sia presente alcun sistema di captazione e combustione (f = 0). Le relative emissioni risultano $TBE_{CH4,SWDS} = 0{,}792 \ \frac{t\ CO_2e}{t\ RSU}$.

Rifiuti smaltiti in discariche controllate

In tale scenario il luogo di conferimento è controllato, è presente una copertura permeabile del materiale, un sistema di drenaggio del percolato e di ventilazione, instaurando condizioni semi aerobiche (MCF = 0,5). È presente un sistema di captazione del biogas che permette di raccoglierne una parte (f = 0,4) e sono naturalmente instaurate condizioni che permettono una

parziale ossidazione della frazione sfuggita (OX = 0,1). In tal modo le emissione generate sono $TBE_{CH4,SWDS} = 0{,}238 \frac{t\ CO_2e}{t\ RSU \cdot anno}$.

Commenti

È significativo che solo una discarica controllata e ben gestita permetta quote di emissione inferiori allo scenario di rifiuti conferiti in discariche abusive di piccole dimensioni (rifiuti non raccolti): ciò è dovuto al fatto che piccole quantità di rifiuti permettono l'instaurarsi di condizioni semi aerobiche, meno favorevoli per la generazione di metano. È da sottolineare che questa stima considera solamente le emissioni di metano e non tutti gli altri impatti ambientali che uno smaltimento incontrollato provoca, quale l'inquinamento dei corpi idrici e del territorio, il proliferare di roditori, forti rischi sanitari, gli odori, etc.

È a questo punto evidente che anche considerando i cambiamenti climatici, una discarica ben controllata presenta fondamentali ed indispensabili vantaggi rispetto ad altre parzialmente gestite di grandi dimensioni e che il conferire i rifiuti in un unico luogo, magari anche ben scelto e preparato, non è condizione sufficiente per garantire un'adeguata tutela ambientale.

Allegato 4: Elenco delle aree extraurbane della municipalità di Novi Pazar, Serbia.

Località	Abitanti	Servizio di raccolta
Aluloviće	369	assente
Bajevica	623	assente
Banja	501	assente
Bare	36	assente
Batnjik	59	assente
Bekova	116	assente
Bele Vode	980	assente
Boturovina	226	assente
Brđani	199	assente
Brestovo	5	assente
Varevo	551	assente
Vever	32	assente
Vidovo	89	assente
Vitkoviće	28	assente
Vojkoviće	36	assente
Vojniće	112	assente
Vranovina	325	assente
Vučiniće	349	assente
Vučja Lokva	17	assente
Golice	64	assente
Gornja Tušimlja	34	assente
Goševo	50	assente
Građanoviće	19	assente
Gračane	29	assente
Grubetiće	258	assente
Deževa	249	**PRESENTE**
Dojinoviće	128	assente
Dolac	95	assente
Doljani	96	assente
Dragočevo	112	assente
Dramiće	79	assente
Žunjeviće	212	assente
Zabrđe	70	assente
Zlatare	12	assente
Ivanča	956	assente
Izbice	2.248	assente
Jablanica	27	assente
Javor	18	assente
Janča	410	assente
Jova	21	assente
Kašalj	35	assente
Kovačevo	247	assente
Kožlje	677	assente
Koprivnica	12	assente
Kosuriće	139	assente
Kruševo	566	assente
Kuzmičevo	147	assente
Leča	321	assente
Lopužnje	69	assente
Lukare	520	**PRESENTE**
Lukarsko Goševo	1.005	assente
Lukocrevo	213	assente
Miščiće	245	assente
Mur	3.875	**PRESENTE**
Muhovo	652	assente
Negotinac	26	assente
Novi Pazar	64.470	**PRESENTE**
Odojeviće	50	assente
Okose	43	assente
Osaonica	294	assente
Osoje	1.107	assente
Oholje	192	assente
Pavlje	187	assente
Paralovo	1.028	assente
Pasji Potok	42	assente
Pilareta	25	assente
Pobrđe	2.859	assente
Požega	707	assente
Požežina	359	assente
Polokce	119	assente
Pope	94	assente
Postenje	3.605	**PRESENTE**
Prćenova	159	assente
Pusta Tušimlja	58	assente
Pustovlah	28	assente
Radaljica	187	assente
Rajetiće	62	assente
Rajkoviće	29	assente
Rajčinoviće	609	**PRESENTE**
Rajčinovićka Trnava	241	assente
Rakovac	21	assente
Rast	59	assente
Sebečevo	1.024	assente

Sitniče	867	assente
Skukovo	23	assente
Slatina	369	assente
Smilov Laz	8	assente
Srednja Tušimlja	40	assente
Stradovo	19	assente
Sudsko Selo	87	assente
Tenkovo	99	assente
Trnava	706	assente
Tunovo	130	assente
Hotkovo	216	assente
Cokoviće	20	assente
Čašić Dolac	82	assente
Šavci	325	assente
Šaronje	347	assente
Štitare	79	assente

TOTALE	**99.664**	**abitanti**
Copertura del servizio	**71.328**	**abitanti**

Bibliografia

I testi seguono l'ordine di apparizione:

"*Statistical Bulletin 2007*", Republika Srpska, Institute of Statistics.

"*Statistical Yearbook 2007*", Bosnia and Herzegovina, Federation of Bosnia and Herzegovina, Federal Office of Statistics.

"*BiH Solid Waste Management Strategy*", 2000.

"*RANSMO Project (Development of a National Environmental Monitoring System), Final Report*", 2005.

"*Urban and Rural Areas 2005*", United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division.

"*Statistical Yearbook of the Republic of Serbia 2007*".

"*Rapporti Paese congiunti ICE – MAE per Bosnia e Serbia e Montenegro, II semestre 2005*".

"*Bosnia Herzegovina Solid Waste Management Project II, Environmental Framework and Management Plan*", 2008.

"*The National Waste Management Strategy*", Serbia, 2003.

Shainov S., "*Analysis of Market Niche, Operations and Technical Assistance Needs of Scrap Collector*", 2005.

"*Regional Waste Master Plan*" (regione di Šabac), REC, 2004.

Soeda S., "*Solid Waste Management Holistic Decision Modelling, Progress of the Study*", World Bank, 2007.

"*Feasibility Study on Integrated Solid Waste Management in the Area of the Municipality of Tuzla*", COSEA, 1999.

Gvozdenovic M., Scekic J., "*Characteristics of the Waste Management System in Belgrade, Serbia*", 2006.

Vujic G., Marinic I., Basic Dj., "*Waste Separation and Recycling Methods, which are the Most Suitable for the City of Novi Sad*", 2003.

"*Vranje Landfill Pre Feasibility Study, 2005" in "Request For Proposal for the Provision of a Feasibility Study of a Project to Jointly Manage, Process and Landfill the Waste of the Municipalities of Pčinja District South Serbia*", MIR 2, 2007.

"*Miglioramento delle Condizioni di Gestione e Controllo delle Risorse Idriche e Ambientali nella Città di Niš, Serbia, Feasibility Study for Waste Recycling II and III Year*", Coopi, 2006.

"*Master Plan, Novi Pazar Municipality*", Coopi, 2007.

Vaccari M., Inturri S., Panizza A., Recaldini S., "*Il Monitoraggio della Discarica Municipale di Zavidovici (Bosnia Erzegovina)*", Atti del convegno internazionale "Università e Cooperazione Internazionale", Desenzano del Garda, 21/12/2006.

Cointreau S., "*Environmental Management of Urban Solid Waste in Developing Countries: a Project guide*", 1982.

Cointreau S., "*The Growing Complexities and Challenges of Solid Waste Management In Developing Countries*", 2007.

"*State of the Environment Report*", Serbia, 2000.

Manghee S., "*Bosnia and Herzegovina: Social Issues and Social Assessments*", Seminar on Solid Waste Primers and Lessons Learned from World Bank Projects, 7/3/2005.

"*Sustainable Consumption and Production in South East Europe and Eastern Europe, Caucasus and Central Asia, Joint UNEP-EEA Report on the Opportunities and Lessons Learned*", UNEP e EEA, 2007.

Signori S., "*La Gestione dei Rifiuti Solidi Urbano nella Città di Zavidovici (Bosnia Erzegovina): Allestimento di un Sistema di Raccolta Differenziata e Compostaggio Domestico*", 2003 (tesi).

Panizza A., "*Alternative per la Raccolta dei Rifiuti Solidi e la Bonifica dei Siti di Scarico Illegali nel Territorio di Zavidovici (Bosnia Erzegovina)*", 2005 (tesi).

Bibliografia

"*Progetti Promossi da ONG. Procedure di Presentazione e Gestione*", Ministero degli Affari Esteri, approvata dal Comitato Direzionale con Delibera N°73 del 09/10/2006.

Cointreau S., "*Occupational and Environmental Health Issues of Solid Waste Management, Special Emphasis on Middle- and Lower-Income Countries*", World Bank, 2006.

Collivignarelli C., Vaccari M., "*Alternatives for the Improvement of the MSW Management in Zavidovici (Bosnia-Herzegovina)*", DepoTech 2006, 22 – 24 novembre 2006.

Collivignarelli C., Vaccari M., Signori S., "*Progettazione di un nuovo Sistema di Gestione dei Rifiuti Solidi Urbani a Zavidoviči (Bosnia-Erzegovina)*", Sostenibilità sociale delle tecnologie per l'ambiente nei Paesi emergenti, Desenzano del Garda.

Giacetti W., Venturi R., Betelli L., "*La Progettazione e l'Ottimizzazione Operativa dei Sistemi di Raccolta Differenziata Integrata*", La gestione integrata dei rifiuti, corso di aggiornamento organizzato dal Politecnico di Milano, Milano 28-31 Gennaio 2008.

"*Analisi Merceologica dei Rifiuti Urbani*", ANPA, 2000.

Darriulat C., "*Rifiuti Solidi Urbani (RSU)*", Quaderni di Ingegneria Ambientale, numero 27 del novembre 1998 dal titolo "L'Ingegneria Ambientale nei Paesi in Via di Sviluppo".

Ricci M., Tornavacca A., Francia C., "*Gestione Integrata dei Rifiuti Urbani: Analisi Comparata dei Sistemi di Raccolta*", Federambiente, 2003.

Giacetti W., Venturi R., Lepore P. "*Le Raccolte Differenziate dei Rifiuti Organici: Sistemi di Raccolta della Frazione Umida a Confronto*", Ecomondo, Rimini, 7 - 10 Novembre 2007.

Ricci M., "*I sistemi di Raccolta Secco-Umido: Comparazione delle Caratteristiche e dei Risultati Quantitativi, Qualitativi ed Economici*", Compendio tecnico C.I.C., 2005.

Mambretti S., Roverato C., "*I Fattori che Influenzano la Qualità della Frazione Organica*", Idecom S.r.l., Osservatorio Regionale Compostaggio A.R.P.A.V., C.I.C., 2007.

Dulac N., Scheinberg A., "*The Organic Waste Flow in Integrated Sustainable Waste Management – Tools for Decision-makers – Experiences from the Urban Expertise Programme*", 2001.

"*La Raccolta Differenziata – Aspetti Progettuali e Gestionali*", ANPA, 1999.

Cointreau S., “*Transfer Station Design Concepts for Developing Countries*”.

Gvero P. M., “*Renewable Energy Sources in a Food Production Sector in Bosnia & Herzegovina and Region*”, Climate Change in SEE Countries II, Belgrade 15/11/2007.

Favoino E., “*I Trattamenti Biologici: Tecnologie, Tendenze e Prospettive*”, La gestione integrata dei rifiuti, corso di aggiornamento organizzato dal Politecnico di Milano, Milano 28-31 Gennaio 2008.

“*Il Recupero di Sostanza Organica dai Rifiuti per la Produzione di Ammendanti di Qualità*”, Manuali e linee guida 7/2002, ANPA.

Giacetti W., “*Caratteristiche di un Sistema Maturo: Casi di Studio*”, SEP, Padova, 18/04/2007.

“*Methodology for Weigh and Composition Estimation of Communal Waste*”, Serbia.

“*Tool to Determine Methane Emissions Avoided from Dumping Waste at a Solid Waste Disposal Site (Version 03)*”, UNFCCC, 23/5/2008.

Principali siti internet di riferimento:

http://www.cooperazioneallosviluppo.esteri.it/pdgcs/ - Cooperazione Italiana allo Sviluppo.
http://www.cooperazione-italiana.org.yu/ - Cooperazione Italiana in Serbia e in Montenegro.
http://www.utlsarajevo.org/ - Cooperazione Italiana allo Sviluppo in Bosnia Erzegovina.
http://ec.europa.eu/ - Commissione Europea.
http://www.unep.or.jp/ - United Nations Environment Programme.
http://www.worldbank.org/ - The World Bank.
http://www.osservatoriobalcani.org/ - Osservatorio sui Balcani.
http://www.eawag.ch - Eawag, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology.